ЖИВОТНЫЕ СТРОЯТ

Matthias Freude

TIERE BAUEN

Mit 105 Zeichnungen
von Gerd Ohnesorge

Urania — Verlag
Leipzig • Jena • Berlin

Матиас Фройде

ЖИВОТНЫЕ СТРОЯТ

Художник
Герд Онезорге

Перевод с немецкого
канд. биол. наук Н. В. Хмелевской

под редакцией
д-ра биол. наук. А. А. Захарова



Москва «Мир» 1986

ББК 88.2
Ф91
УДК 591.5

Фройде М.

Ф91 Животные строят: Пер. с нем./Предисл. А. А. Захарова. — М.: Мир, 1986. — 216 с., ил.

Научно-популярная книга биолога из ГДР Матиаса Фройде, посвященная разнообразной строительной деятельности животных: созданию ловушек, кладовых, убежищ, жилых сооружений. Текст сопровождается красочными иллюстрациями.

Для любителей литературы о животных.

Ф $\frac{2005000000-407}{041(01)-86}$ 141—86, ч. 1 ББК 88.2

Редакция научно-популярной и научно-фантастической литературы

Предисловие редактора перевода

Наверное, каждый из нас помнит загадку: «Без рук, без топоренка построена избенка». Помнит и готов сразу же дать ответ. Однако, прочитав книгу Матиаса Фройде «Животные строят», пожалуй, задумаешься, прежде чем ответить. Без рук? Но чем же? — клювом, мандибулами, лапами? И что заменяет строителю руки, а что — топор? Из чего строить и по какому плану? И наконец, зачем? Книга М. Фройде, действительно, заставляет по-новому посмотреть на эту старинную народную загадку. И не только на нее; она заставляет более вдумчиво вглядеться в окружающий нас мир.

Огромное множество разноликих строителей из мира животных живет и занято своими, доступными только им делами. Безногие и многоногие, большие и совсем крошечные, они вокруг нас, вблизи и вдали, на суше и в воде строят, строят, строят. Разные у них средства, разные приемы и задачи. Кто едва ступил на стезю строительной деятельности, а кто, как, например, термиты и бобры, достиг в ней таких высот, что иначе как архитектором его не назовешь. Но и прокладывающий под землей свои хитрые ходы крот — строитель, и говорливая сорока, сооружающая гнездо в развилке ветвей, — строитель, и даже различимая лишь под микроскопом раковинная амеба тоже принадлежит к этому упорному племени.

Человек, сам строитель и созидатель, с давних пор выделял среди животных тех, кто обладает строительным даром, будь то муравей или ласточка, паук или сурок. Эволюция за миллионы лет отточила мастерство животных и удивительным образом приспособила их тела и поведение к амплуа строителя. Что же дает животным их умение строить? Что объединяет всех этих строителей, подчас относящихся к самым разным классам, отрядам и семействам? На большом числе примеров автор демонстрирует читателю один из основных тезисов книги: строительная деятельность — это могучее средство активного освоения среды обитания, иными словами, активная форма стратегии выживания.

Можно, конечно, жить в пассивном «согласии» с внешней средой, впадая в оцепенение при каждом похолодании или падении влажности. Но куда увереннее чувствуют себя те, кто заранее соорудил пусть простенькое, но достаточно надежное убежище от непогоды, где и гидротермический режим получше, и кое-какие запасы можно сделать на голодный период. А это открывает обширные возможности для увеличения сроков активной жизнедеятельности... Быстрые ноги и крепкие крылья позволяют в конце концов многим бездомным скитальцам отыскать где-нибудь место, соответствующее их экологической нише. Но куда состоятельнее те, кто своей созидательной деятельностью способен изменить хоть маленький кусочек окружающего мира, чтобы обеспечить жизнь себе и своему потомству. И кто только тогда не собирается в созданном чужими трудами оазисе! Особенно проявляется эта тенденция у насекомых; например, в крупных термитниках складываются весьма специфические сообщества, включающие более ста видов различных беспозвоночных-приживалок, качественно отличающихся от фоновых. Возрастающая независимость от внешних условий — вот чего добиваются животные-созидатели, будь то муравьи, термиты, бобры, сурки или суслики. И кстати, это не может не сказаться на окружающей среде.

Постоянные жилища сооружают относительно небольшие животные. Когда же речь идет об обеспечении комфорта и безопасности потомства, к строительству приобщаются и многие из сильных и клыкастых обитателей суши, такие как нильский крокодил, волк, белый медведь. И опять независимо от своих размеров животные-строители не просто реализуют один из возможных путей выращивания и сохранения потомства, но и получают вполне определенные преимущества перед другими видами. И дело не только в том, что они могут обойтись меньшим числом детенышей или отложенных яиц и икринок. Разносторонние исследования динамики численности самых различных животных показывают, что при прочих равных условиях популяции животных, прячущих свое потомство в «домах», стабильнее во времени, а значит, обладают большей экологической устойчивостью.

Строительная деятельность животных проявляется в сооружении убежищ или приспособлении естественных полостей под убежища; в ходе эволюционного развития строительного поведения некоторые животные стали использовать свое искусство и для других целей. Вспомните такие впечатляющие сооружения, как гигантские инкубаторы сорных кур и сигнальные пирамиды краба-привидения, ловчие сети пауков на суше и ручейников — в воде. И уж, конечно, нельзя не сказать о пернатых дизайнерах — шалашниках, отдающих столько сил и времени сооружению «беседок любви».

Для строительных нужд животные используют песчинки, целые камни, листья, травинки, почву и, наконец, специально вырабатываемые продукты обмена веществ: воск и шелковую нить, например. Каждый выбирает свой материал. Бобры возводят плотины из стволов и ветвей деревьев, осы же состругивают со стволов тонкую стружку, чтобы обеспечить материалом свое «бумажное производство». Оказывается, даже воздушные замки — не такая уж небылица. Нашлись приверженцы и этого

«зодчества», причем используют они его не менее эффективно, чем прочие животные — свои изобретения.

Чего только не строят животные, проявляя при этом трудолюбие, завидное упорство и изрядную изобретательность. Но один ли слепой инстинкт ведет их по жизни жестко запрограммированной последовательностью стереотипных действий? И судьба вида зависит от того, сумеет ли каждое его поколение пройти по лезвию бритвы полного соответствия генетически закрепленного поведения реальным условиям среды? Или животные все-таки обучаются? К этому вопросу постоянно подводит читателя М. Фройде.

Проверка различных животных на сообразительность стала содержанием работ многих исследователей. Ученые довольно быстро выявили способность к обучению и даже «элементы рассудочной деятельности» у ближайших родственников человека — обезьян, а также у дельфинов и собак. Постепенно выяснилось, что обучение не чуждо всем позвоночным животным, включая пресмыкающихся, земноводных и рыб. Когда же исследователи сумели задать вопросы насекомым, оказалось, что муравьи обучаются быстрее пресмыкающихся, а пчелы не только неплохо считают, но и способны к некоторым ассоциативным обобщениям. Даже у совсем крошечных, обладающих на первый взгляд совершенно машиноподобным поведением наездников-яйцеедов поведение включает не только стереотипные схемы, но и элементы научения. Учиться прокалывать яйцо хозяина, чтобы отложить в него собственное, им не нужно, как не нужно пауку учиться строить сеть, — это они умеют от рождения. Для яйцееда важно отличить незаселенное яйцо от уже заселенного. И именно этому он учится. Но ведь и паук примеряет свою круговую сеть к реальному пространству, а не просто накручивает в любом месте одно и то же (стереотипное!) число оборотов ловчей спирали. И если ему задать вопрос правильно, то, возможно, паук и не окажется таким глупым? Или, может быть, человеку удобнее считать всех животных совершенными несмышленышами — тогда психологически легче отстраняться от забот об их судьбе в изменяемом нами мире.

Могущество человека растет очень быстро. Даже слишком быстро, учитывая явное отставание экологического сознания от технических возможностей. Между тем жизнь настоятельно требует ликвидировать эти «ножницы». Мы должны научиться жить в согласии с природой. А для этого необходимо знать законы, логику, возможности природы в целом и каждого ее компонента в отдельности. Недалеко то время, когда экологическая грамотность станет одним из серьезных критериев при подборе хозяйственных руководителей, преподавателей и людей ряда других социально значимых профессий. Эта проблема актуальна уже сейчас. И следовательно, очень нужны книги, которые учат понимать окружающий нас мир и его удивительных обитателей.

Книга Матиаса Фройде — одна из них. Избрав в качестве объекта одну из важнейших сторон жизнедеятельности животных — строительство, — автор приглашает читателя в увлекательное путешествие в мир наших братьев меньших.

О животных-строителях написано немало. Еще в середине XIX века Дж. Г. Вудом* был подготовлен обширный трактат на эту тему, переведенный и на русский язык. С тех пор прошло более ста лет. Выходили исследования, посвященные различным животным-строителям. Те, кому удалось прочитать книгу А. Фабра «Жизнь и нравы насекомых», наверняка сохранят о ней память на всю жизнь. И уж, конечно, каждый помнит с детства «Лесные домишки» В. Бианки или книгу Серой Совы «Саджо и ее бобры», зовущие к любви и пониманию живой природы. Книга М. Фройде — еще один страстный зов в защиту природы. Автору удалось создать наглядную картину не только разнообразия, но и последовательного развития строительного поведения у животных. Фактически это первое масштабное исследование столь важной стороны жизнедеятельности животных. «Животные строят» — настоящая популярная монография, написанная так, что она способна захватить и взрослого, и юного читателя.

Наука о поведении животных еще молода, но она призвана решить многие задачи, связанные с насущными потребностями и благополучием человека. Нам еще предстоит подсмотреть у окружающих нас животных много полезного для собственных нужд, как подсмотрели внимательные наблюдатели 150 лет назад технологию изготовления бумаги у ос. Нам еще предстоит так много узнать о жизни и привычках разнообразных позвоночных и беспозвоночных, чтобы научиться рационально их использовать, чтобы научиться ценить и беречь животных. Книга Матиаса Фройде поможет нам в этом. Прочтите ее!

А. Захаров

---

* Вуд Дж. Г. Гнезда, норы и логовища. Постройки, возводимые без помощи рук, с описанием образа жизни, нравов, привычек и находчивости животных. — Спб. — М.: Издание М. О. Вольфа, 1867.

Постройки животных *Хроника их жизни*

В изумлении замираем мы перед современными небоскребами из железобетона и стекла, с благоговением рассматриваем старинные соборы, храмы и пирамиды. Строительное искусство человека начало свою историю всего несколько тысячелетий назад, в то время как животные создают свои постройки уже многие миллионы лет, и их разнообразие поразительно, а размеры порой весьма внушительны. Наши же знания о них на удивление малы. Литература о строительстве человека заполняет библиотеки, а публикации о строениях животных лишь изредка проскальзывают в различных научных, подчас труднодоступных журналах.

Многие, наверное, не раз задавались вопросом, где прячутся дикие животные, что так редко попадаются нам на глаза, где они живут, спят и выращивают свое потомство; задумывались, вероятно, и над тем, как создаются искусно сплетенные гнезда певчих птиц, правильные шестигранные ячейки в сотах пчел или сложная геометрия ловчих сетей пауков. Уже одним этим перечислением очерчен обширный круг построек животных, но его легко расширить. Мы с удивлением обнаружим строительную деятельность там, где меньше всего ее ожидали, например в брачном поведении некоторых птиц и насекомых.

Задача этой книги — показать различные формы строительной деятельности животных в их взаимосвязи с условиями окружающей среды и обратить внимание читателя на то, что за каждой формой строительного поведения кроется стратегия выживания. При этом нас будут интересовать не столько бионические аспекты — специфика и конструктивные детали строений, — сколько поведение самих строителей, принципы управления строительной деятельностью животных и не в последнюю очередь взаимоотношения между животными-строителями и человеком.

Мы постараемся не ограничиваться просто описанием построек и строительного поведения животных. Неподготовленный читатель, на которого прежде всего рассчитана эта книга, найдет в ней и другую информацию о жизни существ, с которыми мы делим место на земном шаре. Без этой информации нельзя правильно понять поведение животных вообще и строительное в частности. Нам хочется пробудить интерес к живой природе, желание активно способствовать ее охране, так как защитить можно лишь то, что знаешь.

Уже в письменных источниках древности встречаются указания на знакомство со строительной деятельностью животных, чаще в утилитарном аспекте (соты пчел, коконы шелкопрядов), реже в сказаниях и мифах. Так, в одном древнегреческом мифе рассказывается о том, как искусная лидийская ткачиха Арахна вызвала богиню Афину на соревнование в ткацком мастерстве. На своем ковре она выткала любовные похождения богов. Афина, увидев, что рукоделие смертной девушки не уступает ее собственному и что боги изображены непочтительно, разгневалась и ударила соперницу челноком. Осознав свою дерзость, в отчаянии Арахна пыталась повеситься. Тогда богиня превратила веревку в паутинную нить, а саму Арахну в паука.

Шло время, и люди уже не удовлетворялись подобными историями. Они пытливо наблюдали окружающий их мир, придумывали точные методы измерений. Серьезный научный подход к строительной деятельности животных связан с именами таких известных зоологов, как Фабр и Виллер. Раймарус (1762) и Ренье (1833) обобщили знания того времени о «строительном искусстве» позвоночных животных, а Чарлз Дарвин посвятил строительному поведению птиц и насекомых целую главу опубликованного в 1859 году труда «Происхождение видов путем естественного отбора». С тех пор исследования и эксперименты в этой области понемногу продолжались. Особое оживление работ, посвященных строительному поведению животных, наметилось в начале нашего века. Успехи на этом пути были продемонстрированы на специальных научных конгрессах. Интерес этологов (ученых, исследующих поведение) к постройкам животных особенно велик потому, что их строения можно рассматривать как хронику поведения, «застывшее поведение», по выражению Конрада Лоренца.

Поведение — временна́я форма. Каждый может убедиться в том, что в отличие от анатомических признаков оно не всегда доступно для наблюдения. В постройках же соответствующее поведение как бы зафиксировано, как бы застыло в прочной, ощутимой форме, сравнимой с киносъемкой или записью на магнитной ленте. Они — документы в руках ученого, многое рассказывающие о жизни и поведении животных-строителей. По ним часто можно быстрее и отчетливее обнаружить различия между отдельными видами, чем по анатомическим особенностям; влияние окружающей среды на поведение обретает в постройках материальную форму, поэтому на основе строительной деятельности можно порой объяснить даже эволюционные связи.

Стоит подчеркнуть, что под постройками животных мы понимаем только такие конструкции, кото-

рые возникают благодаря тем или иным формам поведения. Раковины моллюсков и коралловые рифы выпадают из нашего рассмотрения, так как они создаются в результате физиологических процессов, в основном путем процесса выделения. При строительной деятельности, напротив, разнообразные вещества собственного тела и чужеродные материалы путем особых действий перерабатываются специфическим для каждого вида образом и организуются в определенные структурные элементы окружающей среды.

Животные строят в связи с различными их потребностями — своими строениями они облегчают питание, спаривание, выращивание потомства, защиту от врагов, а также совместную жизнь у социальных видов. Поэтому при описании построек животных мы руководствовались именно этой функциональной точкой зрения. Более дробное подразделение книги основано на эволюционных связях, используемых материалах и технических приемах.

Западни, кладовые и другие хозяйственные сооружения *Строительная деятельность ради пропитания*

Чтобы жить, животные должны есть. Пищу они добывают самыми разными способами, среди которых сооружение ловчих устройств встречается не так уж часто. Тем не менее даже специалисту нелегко охватить все многообразие подобных построек — от простых ловчих ям до сложнейших круговых сетей у некоторых пауков.

Маленьких мастеровых мы найдем и на легкой воздушной паутине высоко над землей, и в темных норках, откуда расходятся ловчие и сигнальные нити. Даже под водой растягивают они свои добычливые верши. Предательские нити сбивают с ног наткнувшееся на них животное, подбрасывают его в воздух; упруго натянутые прежде, эти нити скручиваются в спирали и опутывают бьющуюся жертву. Летающие насекомые запутываются в сетях или же их ловят, набрасывая «лассо». В круговых сетях некоторых тропических пауков запутываются даже птицы.

Порой важно не только добыть корм, но и приберечь что-то впрок на голодное время. Пищу прячут многие животные, а некоторые из них сооружают специальные хранилища для запасов или используют в качестве кладовых часть своих жилых построек. Еще более независимы от превратностей судьбы насекомые, заводящие «подсобные хозяйства». Они сами выращивают пищу, обеспечивая бесперебойное снабжение ею. В этих случаях отпадает необходимость в запасании корма, но зато приходится строить специальные сооружения для разведения грибов или «домашних животных». При этом сходство с хозяйственными постройками человека просто поразительно. От жилищ к ним обычно ведут утоптанные тропы, а нередко и крытые галереи. С добыванием пищи связаны также многие «звериные тропы».

Строители ловушек

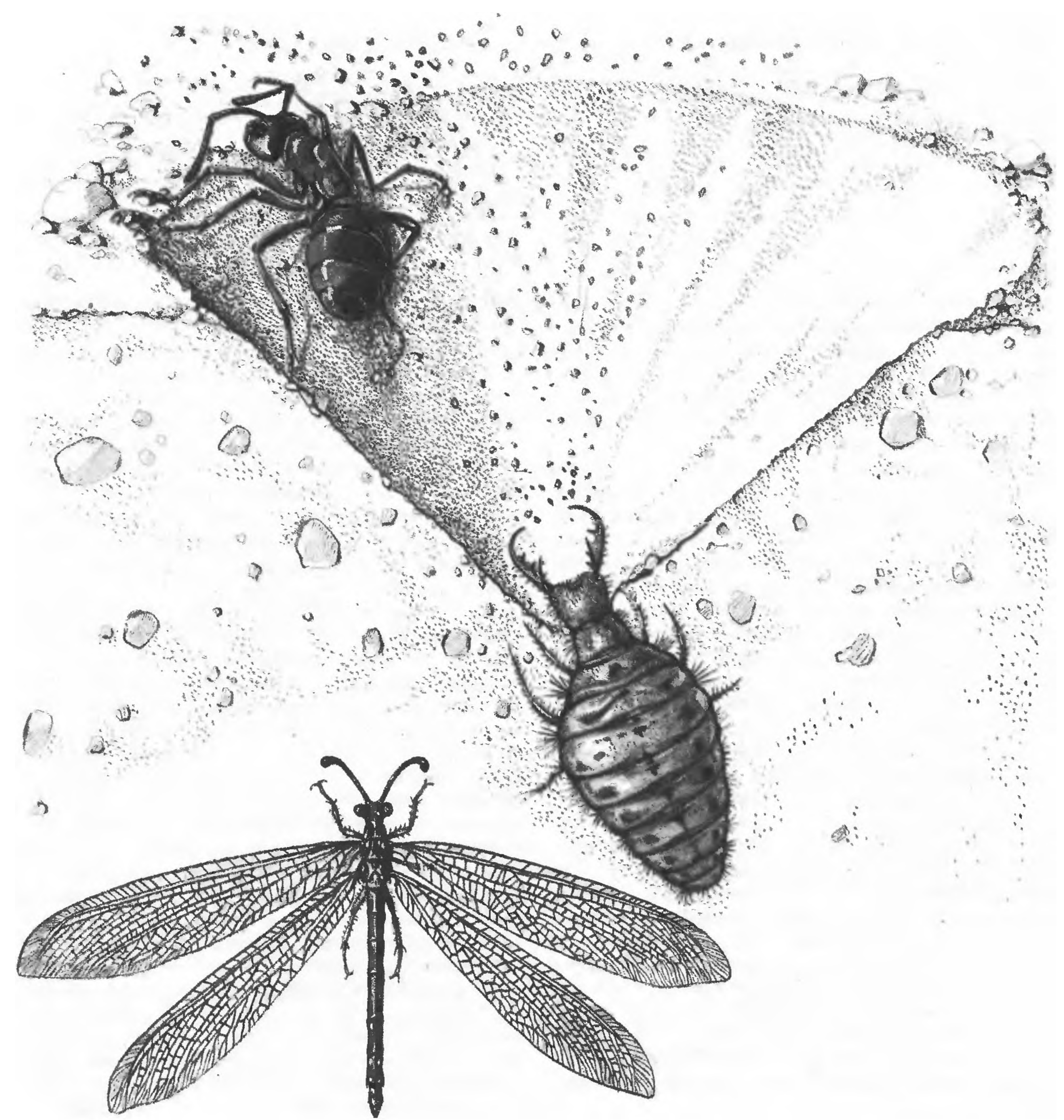
Ловчая яма муравьиного льва

Большинству из нас знакомо название «муравьиный лев», но не многие знают, что оно относится, строго говоря, только к неуклюжей личинке стройного, немного похожего на стрекозу насекомого. И уж совсем мало кому приходилось видеть этих представителей отряда сетчатокрылых (Neuroptera), теплыми ночами вылетающих на поиски подходящих для откладывания яиц мест. Кто чудесной летней ночью обратит внимание на легкокрылых полупрозрачных родителей будущих муравьиных львов?!

Из отложенных в сухой мелкий песок или пыль яиц вскоре вылупляются личинки, которые начинают сооружать ловчие ямы-воронки в защищенных от дождя и ветра местах. За строительством такой ловчей ямы можно понаблюдать, если, быстро копнув под воронкой, извлечь ее хозяина на дневной свет. Первые минуты главное действующее лицо нашего эксперимента будет притворяться мертвым. Неподвижность для окрашенного в защитный песочный цвет существа — вернейшее средство остаться незамеченным. Но вскоре муравьиный лев буквально исчезает на глазах, погружаясь задним концом тела в песок. Двигаться вперед он не может из-за торчащих вперед щетинок на его теле. Как только частички рыхлого грунта касаются плоской головы личинки, они вызывают «метательный» рефлекс: резко изгибая тело, муравьиный лев подбрасывает песчинки высоко в воздух, поддавая их головой. Эти движения постепенно убыстряются, песчаные фонтанчики вздымаются один за другим, и вскоре образуется воронка до 10 см в диаметре и до 5 см в глубину. Размер ее зависит не только от величины самого муравьиного льва, но и от того, сколь долго он постился до начала строительства. Личинка уходит в грунт по спирали, так что выброшенный ею песок равномерно распределяется по краям воронки.

Закопавшись на дне ямки и выставив наружу лишь широко раскрытые челюсти, строитель западни подстерегает жертву. Подойдет муравей или другое небольшое насекомое слишком близко к краю воронки и соскользнет вниз вместе с осыпающимися частичками рыхлой почвы — нередко прямо в стремительно смыкающиеся челюсти охотника. Если жертва пытается удержаться на краю ямки и выбраться из нее, муравьиный лев выпускает вверх серию песчаных залпов. Обрушивающийся сверху песчаный дождь обычно сбивает насекомое вниз.

Там, на дне воронки, схваченная мощными челюстями жертва получает дозу парализующего яда. Так хищник одолевает даже сравнительно крупных насекомых, а уже упоминавшиеся щетинки мешают более сильному противнику выдернуть его из песка.



Муравьиный лев (взрослое насекомое — внизу) и его личинка. Если жертва пытается выбраться из ловчей воронки муравьиного льва, на нее, увлекая вниз, обрушивается град подбрасываемых личинкой песчинок.

Ротовое вооружение муравьиного льва не приспособлено для размельчения добычи. Он, как и пауки, использует метод внешнего пищеварения: одолев жертву, впрыскивает пищеварительный сок, растворяющий все мягкие части ее тела, и затем высасывает питательную жидкость. Непереваренные остатки, таким образом, остаются в теле добычи. Кишечник муравьиного льва даже не рассчитан на такие непереваренные остатки — он слепо замкнут. Вот почему напрасно стали бы мы искать на дне воронки экскременты ее хозяина. Немногие шлаки, образующиеся в процессе обмена веществ (в основном мочевая кислота), скапливаются в кишечнике и удаляются через рот при очередной линьке. Пустые шкурки своих жертв муравьиный лев выбрасывает

из воронки уже известным нам способом.

Раньше муравьиного льва считали весьма сообразительным существом. Все его действия кажутся целесообразными и осмысленными, на самом же деле каждое движение этого «хитреца» предопределено точным соответствием системы врожденных реакций тем или иным стимулам внешней среды. Исследователи поведения животных говорят в таких случаях о наследственных координациях (наследственно обусловленных формах поведения) и механизмах, их вызывающих. К примеру, способность «притворяться мертвым» — как раз такая наследственно запрограммированная реакция на всякое грубое воздействие. Судорожно застывший муравьиный лев и не подозревает о защитном действии своего «притворства». Подобным же образом кажущуюся столь разумной беспощадную бомбардировку жертвы можно свести к простой реакции на раздражение осыпающимися песчинками. Ударившие о голову строителя ловчей ямы комочки грунта моментально вызывают резкое движение головой — та же реакция, как и при строительстве воронки. С прицельным обстрелом это не имеет ничего общего. Успех обеспечивается тем, что и «промахи» приводят к осыпанию песка, увлекающего с собой добычу.

Таким образом, в основе способа добывания пищи муравьиным львом, выглядящего столь планомерным и хорошо продуманным, лежит простой стереотип поведения, запускаемый еще менее сложным механизмом — падающими на голову частичками субстрата.

Этот наглядный пример не случайно помещен в начале нашего повествования, так как при описании всех прочих конструкций и само поведение животного, и механизмы его регуляции будут значительно сложнее.

Охотники с шелковыми нитями

Негодующее «Фи, паук!» и звук раздавленного ногой тельца ярко характеризуют отношение цивилизованного человека к одной из самых красочных и богатых формами групп царства животных. При этом стремление убивать всех пауков без разбора вызвано отнюдь не пресловутым соображением «полезно — вредно»—любому профану известно, что пауки уничтожают мух, — а трудно объяснимым отвращением и страхом, охватывающими человека при взгляде на существо, даже отдаленно напоминающее паука.

Но так было далеко не всегда. В процитированном в вводной главе мифе об искусной ткачихе Арахне древние греки показали понимание совершенства и красоты восьминогих умельцев и их сооружений. Народы, близкие к природе, и сегодня не считают пауков чем-то мерзким, отталкивающим, порой они их даже используют в своем хозяйстве. Например, мадагаскарские женщины приносят из леса пауков рода *Nephila* (сем. кругопрядов), отличающихся не только крупными размерами, но и на редкость прочной паутинной нитью. Паука зажимают специальным приспособлением и, слегка коснувшись паутинных бородавок, вытягивают из его тела длинную нить. Затем пауков относят опять в лес, чтобы в дальнейшем использовать их вновь. Ткань, полученная из добытого таким путем паутинного шелка, обладает красивым естественным золотистым блеском и не рвется при носке долгие годы в отличие от шелка, получаемого от гусениц бабочек-шелкопрядов. Даже в Европе в XVIII и XIX столетиях из паутинного шелка изготавливали тончайшие чулки и перчатки. Современный европеец, правда, отнесся бы к такой ткани скептически, узнай он ее происхождение. А ведь и сам материал паутинного шелка, и сплетенная из него путем очень сложных действий паутина заслуживают пристального внимания: ее конструкция — до сих пор идеал, недостижимый для человеческого мастерства.

Прежде всего рассмотрим механизм, с помощью которого пауки создают тончайшие нити, более прочные и притом вчетверо более растяжимые, чем сравнимой толщины стальная проволока. Для наблюдения возьмем крупного паука-крестовика (сем. кругопрядов). За работой его паутинного аппарата можно проследить невооруженным глазом. Выступающие над поверхностью брюшка трубчатые образования называются паутинными бородавками. На их концевых члениках сидят подвижные паутинные трубочки, уже не различимые простым глазом. Эти крошечные канюли связаны с паутинными железами, в основном заполняющими брюшко паука. Каждая железа выделяет белковый секрет определенного химического состава, который превращается на воздухе в паутинные нити, используемые для разных целей.

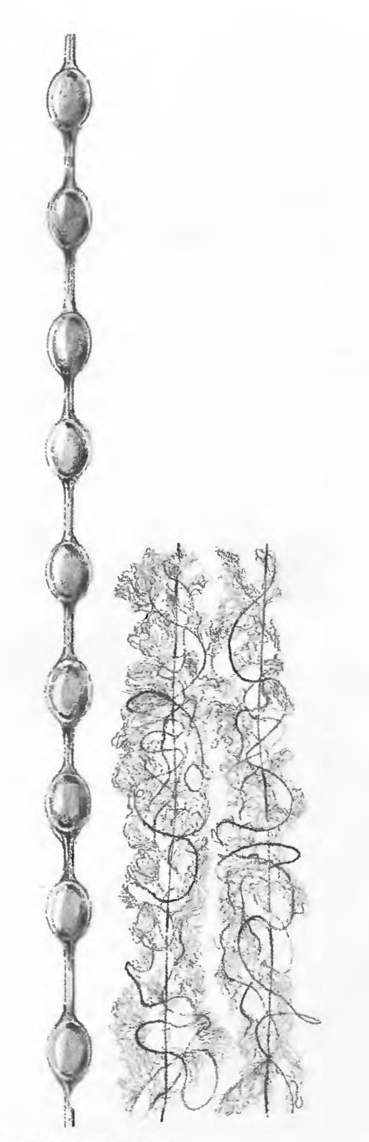
Путем сведения и разведения одновременно работающих бородавок и трубочек паук свивает нередко очень сложные по структуре нити. К примеру, кажущаяся на первый взгляд одинарной нить нашего обыкновенного паука-крестовика (*Araneus diadematus*) на самом деле включает до 200 отдельных волоконец. Известно, насколько многожильный кабель по прочности превосходит единичный провод соответствующей толщины, но это еще не объясняет, каким образом витая нить паука удерживает добычу. «Паутинные нити липкие», — так обычно отвечают на этот вопрос. Представление это верно лишь отчасти, так как пауки при изготовлении ловчих сетей используют два совершенно разных способа. Одни пауки, относящиеся к группе Ecribellatae, смазывают двойную шелковую нить вязким секретом, который на воздухе сразу же собирается в капельки. В сети паука-крестовика, приглядевшись, можно невооруженным глазом различить такие клейкие капельки — словно нанизаны крошечные жемчужинки. Другие пауки (группа Cribellatae, получившая название по расположенной на брюшке пауков крибел-



Брюшко паука-крестовика с наружной частью паутинного аппарата. В выступающих конусовидных паутинных бородавках расположены подвижные паутинные трубочки, выделяющие шелковистые нити. Путем сведения и разведения паутинных бородавок получаются нити различной толщины.

лярной пластинке с множеством паутинных трубочек — до 50 000!) начесывают с помощью особого приспособления тончайшую шелковую вату, диаметр волокон которой не больше 0,000015 мм. Человеку создать такое волокно технически невозможно. Эта вата, придающая сетям голубоватый блеск, наносится на две выделяемые одновременно с нею более толстые осевые нити. Выполняет она ту же функцию, что и клейкая масса: крепко цепляется за щетинки тела случайно наткнувшегося на нить насекомого.

Далеко не все из 30 000 известных видов пауков сооружают ловчие сети. Пауки-скакунчики и пауки-волки охотятся «пешком»; некоторые пауки устраивают засады в земляных норках, прикрытых замаскированными дверками, или в трещинах камня, откуда протянуты сигнальные и ловчие нити; иные прячутся в цветках, тонко приспособившись к их окраске; есть и такие пауки, которые выступают как нахлебники, используя ловчие сети сородичей. Таким образом, хорошо знакомая большинству людей круговая сеть — совсем не единственное и даже



Липкая и крибеллярная нити.
Оба типа нитей имеются у пауков. Клейкие капельки липкой нити состоят из жидкого наружного и вязкого внутреннего слоев. В крибеллярной паутине две осевых нити окружены необычайно тонкой шелковой ватой. Жертвы пауков запутываются в ее петлях (крибеллярная нить сильно увеличена).

не самое обычное сооружение из паутины. Из плетущих сети пауков всего около 15% сооружают «классические» круговые сети. Часто встречающиеся сети неправильной формы с хаотическим переплетением нитей никоим образом не результат упражнений молодых пауков-недоучек, как кое-кто может подумать. Молодой паук сразу, без всякой тренировки, создает сети наследственно запрограммированной формы, так что любая паутина — воплощение того или иного генетически закрепленного способа сооружения.

Подножки и силки

Осеннее солнце пригревает сухой южный склон горы Кифхойзер. Четыре студента и профессор зачарованно всматриваются в маленькое пестрое пятнышко среди редких сухих травинок. Вот черно-бело-красное сантиметровое пятно опять зашевелилось: несколько резких скачков, остановка, вращение на месте — *Eresus niger*. Как звучит! Экзотично не только название, но и внешний вид этого замечательного паука... Время идет. В пыли отчетливо видны следы терпеливо ползущих на коленках наблюдателей... Наконец брачный танец самца эрезуса прерван, и паук перекочевывает в пробирку.

Поиски комбинированной жилой и ловчей постройки, сооруженной самкой этого паука, заняли немало времени, но увенчались успехом. В средних широтах только в таких прогреваемых солнцем местах можно встретить эрезуса, принадлежащего к группе тропических и субтропических роющих пауков. О родстве с ними напоминает и великолепная окраска самца, пожалуй самого красивого из европейских пауков. Самка значительно крупнее самца и окрашена в скучный черновато-бурый цвет. Ее убежище — одна из самых простых построек из паутины вообще. Оно представляет собой вертикальную норку в земле (10 см в глубину и 1 см в диаметре), стенки которой сплошь «обиты шелком». Устье паутинной трубки завершается воронкообразным расширением. Иногда одна сторона воронки заворачивается, образуя нечто вроде крыши, и всегда от устья трубки веером расходятся ловчие нити — у самой земли по направлению к каким-либо повышениям микрорельефа. Бегущие по своим делам насекомые спотыкаются о предательские паутинки, толчок или подергивание передается к устью трубки и на шелковую обивку жилища. Поджидавшая в норке и теперь стремительно выскакивающая из нее охотница информирована уже и о направлении, в котором надо искать добычу. Бегство жертвы из ловушки затрудняют липкие капельки или крибеллярная вата, покрывающие ловчие нити у всех пауков.

Этот простой и, вероятно, эволюционно наиболее древний тип ловчей паутины встречается в разных группах пауков. На его примере отчетливо видно, что ловчие устройства ведут свое происхождение от выстилки жилища.

Тот же конструктивный принцип — только не в грунте — используется в сетях воронковых пауков (сем. Agelenidae). Грубого плетения паутинная крыша переходит в центре или сбоку в открытую снизу паутинную трубку, в которой прячется паук. Попав на шаткую сетчатую крышу, будущая жертва проваливается в сплетение ловчих нитей (примерно так, как мы вязнем в глубоком снегу) и становится легкой добычей паука. Некоторые воронковые пауки доставляют хлопоты и человеку. Живущий на лугах лабиринтовый паук (*Agelena labyrinthica*) столь усердно порой



Самец *Eresus* — один из самых красивых европейских пауков (вверху — истинные размеры самки и самца, внизу — самец сильно увеличен).
Шелковая обивка жилой трубки паука *Eresus niger* переходит в воронкообразную крибеллярную ловчую сеть — свидетельство того, что ловчая паутина ведет свое происхождение от жилых конструкций.

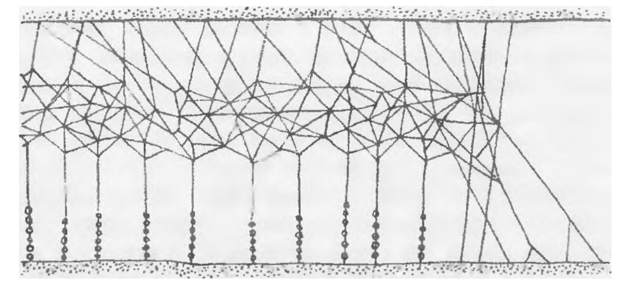
уничтожает пчел, что пчеловодам приходится просить помощи у скотоводов, и те прогоняют рано утром через луга, на которые летают за взятком пчелы, овец, разрушающих натянутые среди травы и мелкого кустарника сети лабиринтовых пауков.

Достается от человека и домовому пауку (*Tegenaria domestica*), треугольные сети которого в углах малоиспользуемых помещений знакомы каждой домашней хозяйке. Как у большинства воронковых пауков, его ловчая сеть также заметно сужена сзади, где переходит в открытую снизу трубку. Если не обметать паутину, то постепенно в углу комнаты появится несколько этажей тонкоячеистых сетей. Паук живет в самой верхней, так как сети быстро выходят из строя из-за оседающей на них пыли и заменяются новыми, сплетенными ярусом выше.

Внимательный наблюдатель может обнаружить внутри здания, например где-нибудь у редко открываемого окна, и трехмерную объемную сеть — следующую ступень развития простой системы ловчих нитей. На рисунке изображена сеть-капкан, которую сплел между рамой и подоконником маленький паучок из рода *Steatoda*. Примерно на половине высоты подвешена крупноячеистая горизонтальная сеть, от которой вниз и вверх идут вертикальные нити. Вооружившись лупой, мы увидим, что нити, прикрепленные к подоконнику, в нижней части густо усеяны мелкими капельками. Вертикальные растяжки поддерживают ловчее устройство в постоянном натяжении. Ударившись в оконное стекло, оглушенная муха падает на подоконник и вскоре натыкается на одну из нитей с клейкими капельками. Теперь судьба ее предрешена. Конечно, сильная муха может освободиться от одной липкой ниточки, но, пытаясь это сделать, она отрывает

туго натянутую нить от подоконника. Та, резко укорачиваясь, дергает ножку мухи, и насекомое, потеряв равновесие, прилипает к соседним ловчим нитям. Муха начинает еще сильнее рваться и дергаться, касаясь все большего числа паутинок, и несколько мгновений спустя беспомощно повисает между подоконником и горизонтальной сетью. Владелица сети тотчас спешит к источнику беспокойства и обрызгивает муху крупными каплями паутинного секрета. Еще немного — и добыча полностью обездвижена: живая спеленутая мумия, да и только.

Такой тип сети годится для ловли не только бегающих насекомых. Представители линифий (пауков сем. Linyphiidae) добывают с помощью паутины



Ловчая сеть паука *Steatoda* (схематично). Как только бегущее насекомое наткнется на покрытый липкими капельками туго натянутый «капкан», его подбрасывает вверх, и бьющееся насекомое безнадежно запутывается в паутине.

Устье трубки с воронковидной ловчей сетью паука *Coelotes terrestris*. Молодые паучки покидают гнездо. Другие воронковые пауки могут строить и более объемные воронковидные ловчие сети, часто в траве над самой землей.



Линифия (*Linyphia*) сидит под балдахином, прицепившись ногами к его нижней поверхности. Переплетающиеся нити, под которыми растянута горизонтальная сеть, сбили летящее насекомое, и паук может быстро понизу добраться до жертвы.

подобной конструкции летающих насекомых. Их почти прямоугольная горизонтальная сеть растянута за углы и вертикальными нитями, так что образуется слегка выпуклый полог вроде балдахина. Добычливость горизонтальной сети, конечно, была бы невелика, не будь над ней причудливого сплетения паутинок-растяжек. Летящее насекомое, ударившись о них, падает на паутинный балдахин. В ответ на сотрясение, вызванное падением жертвы, висящий под сетью вверх ногами паук сначала энергично встряхивает сеть, а затем все также вниз головой стремительно бросается к жертве, определить место нахождения которой ему помогает толчок от падения. Передвигаться под сетью легче, так как внизу нитей-растяжек значительно меньше. Паук обкусывает сеть вокруг жертвы и втаскивает ее к себе вниз. Эти паук настолько обычны, что порой в молодом ельник в кустах и траве на лесной опушке серебрятся бу вально тысячи их сетей.

Круговая сеть — эффективная ловушка и система, передающая информацию

Всем известная круговая сеть пауков поражала уж не одно поколение ученых и художников совершенс вом своей формы и целесообразностью. К тако усложненной конструкции пришли, по-видимому, н зависимо пауки разных групп. Не только в эст

тическом, но и в техническом отношении она является венцом искусства плетения сетей: сравнительно большая площадь перекрывается с наименьшей затратой паутинного шелка. При этом сеть эластична и в то же время прочна: выдерживает порывы ветра и рывки бьющейся добычи. О тропическом пауке нефиле сообщают, что даже птицы величиной с дрозда не могут освободиться из его сети, достигающей в поперечнике 8 м. В Южных морях ею ловят рыбу: аккуратно снятую с кустов паутину складывают и запускают с помощью воздушного змея у самой поверхности моря, так что мелкие рыбы, выпрыгивая из воды, застревают в «ячеях» сети.

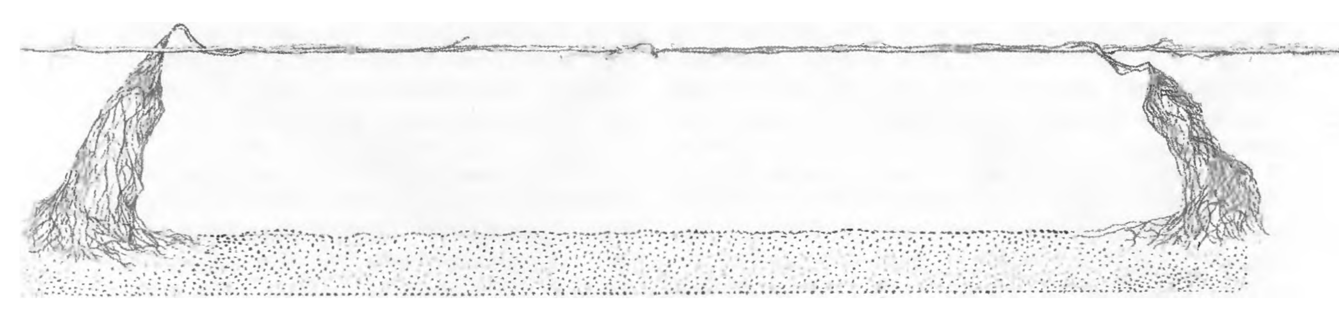
Чтобы надежно удержать добычу, круговая, или колесовидная, сеть должна быть достаточно клейкой. Как мы уже знаем, для этого в распоряжении пауков имеются липкие либо крибеллярные нити. Но как же тогда бегущий по паутине паук сам не приклеивается к собственной ловушке? Оказывается, это возможно благодаря существованию нитей двоякого рода: центр сети, так сказать, втулка колеса, где обычно застывший в неподвижности паук поджидает добычу, состоит из сухих нитей. От центра к наружной раме тянутся также сухие нити (спицы колеса). Между рамой и втулкой располагается ловчая спираль, липкие либо крибеллярные (пушистые) нити которой крепятся к «спицам колеса». Именно ловчая спираль оказывается роковой для мух и других насекомых. Когда паук бежит по своей сети, он хватается только за сухие нити. Приглядевшись, можно заметить, что паутинная сеть расположена не строго вертикально, а слегка наклонно. Паук всегда передвигается по ее нижней поверхности, причем кончики его ног весьма кстати снабжены сложными зажимами из крючочков и щетинок.

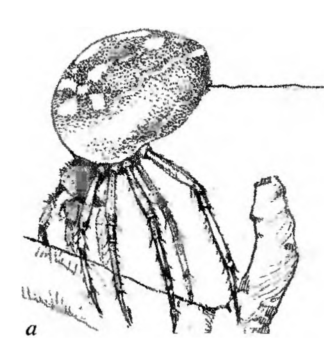
В основном на кончиках ног у пауков расположены и крайне чувствительные органы осязания. И если мы, люди, живем в мире света и красок, а многие животные в мире запахов, то пауки существуют в непостижимо сложном мире осязания; ведь даже их сеть представляет собой как бы вынесенный далеко от тела осязательный орган животного. Сколь велика в жизни пауков роль осязания и паутинных сетей, показывает тот факт, что ослепленные пауки строят столь же совершенную паутину, как и их зрячие сородичи, и так же ловко находят запутавшуюся в ней добычу. Расходящиеся от бьющегося в сети насекомого вибрационные сигналы передаются по нитям паутины, и паук мгновенно определяет местонахождение жертвы. Таким образом, паутинная сеть не просто западня — это одновременно и эффективно передающая информацию структура, прекрасно для этого приспособленная: сквозь открытые секторы сети проложены непрерывные сигнальные нити, которые передают колебания почти без затухания, а резонансные свойства сети отфильтровывают ненужные сигналы. У живущих группами пауков особые паутинные нити служат для распространения информации по разным направлениям, чтобы созвать многочисленных хозяев сети для нападения на более крупную добычу. За миллионы лет эволюции пауки выработали систему подвешивания сигнальных нитей, напоминающую наши линии электропередачи (ведь лежащий на опоре кабель, естественно, не будет передавать колебания).

В брачный период такими задачами дело не ограничивается. В это время паутина служит еще и средством коммуникации, с помощью которого самцы и самки обмениваются вестями. Но об этом позже, сейчас же вернемся к поведению пауков при ловле добычи.

Благодаря систематическому подергиванию радиальных нитей мастерица с чувствительными «пальчиками» обнаружит не только бьющееся насекомое, от которого идут определенные колебания (с помощью камертона можно легко провести хозяйку сети), но и неподвижную добычу или брошенный нами в сеть бумажный шарик. На сильно бьющееся насекомое паук выпускает волну очень тонких паутинных нитей, вертя при этом жертву так, что в несколько секунд та становится совершенно беспомощной. После одного или нескольких ядовитых укусов мелкая спеленутая добыча извлекается из сети и подвешивается в сторожевом центре. Более

Подвешивание сигнальной нити у наземного паука *(Uroctea)*.
Положенная на опору нить не могла бы передавать сигнала, поэтому она подвешена на опорах из пучков склеенных волокон. Чтобы колебания не гасли, сигнальная нить связана с опорами только тонкими паутинками (увеличено примерно в 630 раз).





крупных насекомых паук закрепляет на месте поимки. При обилии корма в сети паука-крестовика нередко можно обнаружить несколько таких мумий, висящих, словно окорока в кладовой. Поглощение пищи идет тем же способом, что и у муравьиного льва: паук вводит пищеварительный сок в тело жертвы, а позднее всасывает его вместе с растворенными в нем питательными веществами. Пустой хитиновый панцирь насекомого выбрасывается из сети.

Как плетется паутинная сеть:
а Паук выпускает из широко разведенных паутинных бородавок пучок легких нитей, который подхватывает ветер. Наткнувшись на твердый субстрат, кончик нити прилипает к нему. Дальнейшие этапы сооружения сети показаны на следующей странице.
б Паук разорвал закрепленную нить и повис между ее концами наподобие висячего моста.
в Добравшись до середины нити, паук падает вниз, в результате возникают три первых радиуса сети.
г Построена часть рамы.
д Уже можно различить основной каркас сети. Паук прокладывает вспомогательную спираль.
е Следующим шагом будет натягивание частых витков липкой нити, а вспомогательная спираль съедается.

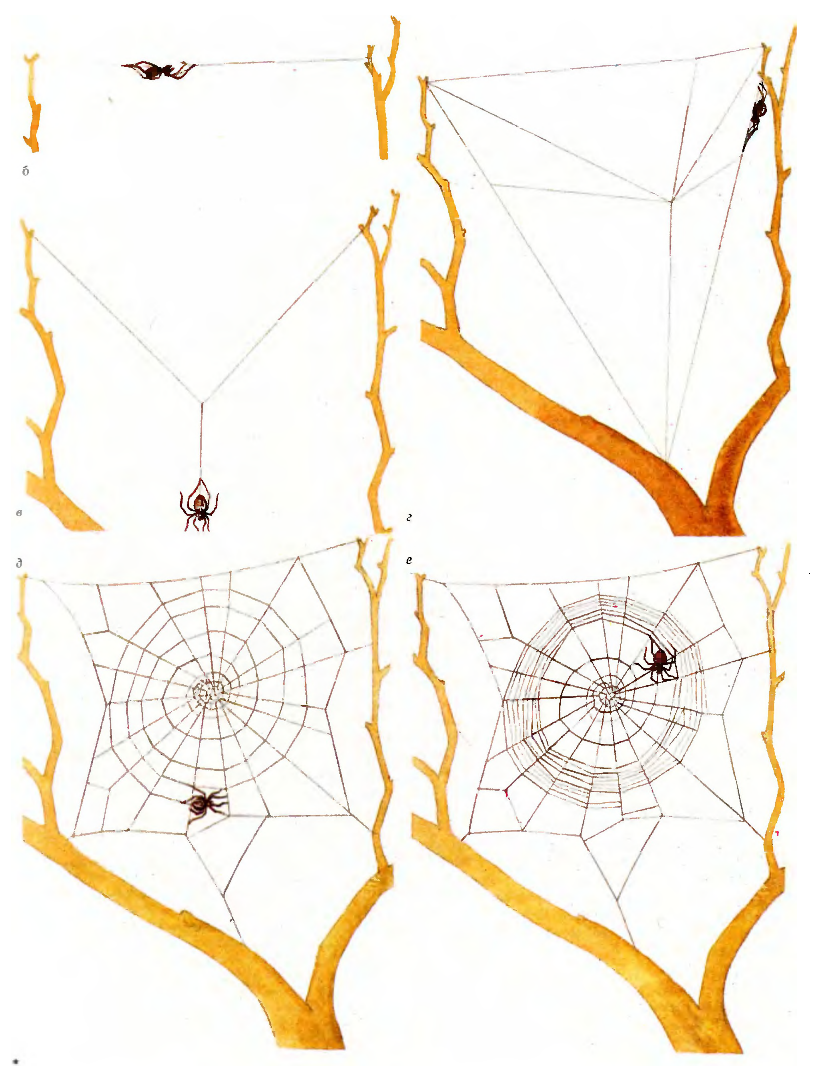
Как плетется паутинная сеть

Большинство пауков плетут сети ночью или ранним утром. Если встать пораньше, можно проследить за их чрезвычайно интересной работой. В рамках отведенного нам места мы можем лишь в общих чертах изложить один из принципов сооружения сети, оставив читателю широкое поле для собственных наблюдений.

Знакомого нам паука-крестовика из рода *Araneus* мы найдем в саду возле дома или в ближайшем парке. Паучиха уже закончила поиски подходящего места. Особых трудностей это не представляет, поскольку сеть крепится к опоре в немногих точках.

Чтобы сплести свободно висящую сеть, нужно прежде всего «навести мост» между какими-либо двумя опорами. Паук бежит, заботливо придерживая нить одной из задних ног. На пути нередко оказывается яма или другое непреодолимое препятствие. В этом случае паук задирает брюшко вверх и выделяет немного паутинного секрета, разводя подвижные паутинные бородавки так, чтобы из пучка волокон получился маленький парус, который подхватывается малейшим дуновением ветерка (*а*). Затем паутинные бородавки сводятся, пучок скручивается в прочную нить, которая несется с парусом на конце в неизвестность. Если выйдет промашка, паук выбирает нить и съедает ее, дабы не пропадал впустую драгоценный белок. Как только нить коснется твердого субстрата, она прилипает к нему, и у паука получается первый мост. После испытания на прочность паучиха передвигается по мосту удивительным способом: рвет нить, выпустив на нее капельку пищеварительного секрета, и, крепко ухватившись за концы передними и задними ногами, повисает между ними. Продвигаясь по нити вперед, она выделяет сзади новую паутинку, а передний конец старой нити сматывает и съедает. Новая нить получается длиннее старой, так что мост прогибается (*б*). Добравшись до середины, паук склеивает оба конца и падает вниз (*в*). В этот момент определяется положение центра будущей колесовидной сети: образуется Y-образная фигура, лучи которой становятся тремя первыми «спицами колеса». Гениально! — проще не сделать. Вновь почувствовав под ногами твердую опору, паук отбегает немного в сторону — этим достигается несколько наклонное положение будущей сети, столь важное для передвижения по ней в висячем положении. После сооружения первых трех радиусов паук начинает строить раму (*г*). Если новые радиусы окажутся слишком натянутыми, паук удлиняет их уже описанным способом. Так, всегда с одним из радиусов сплетаются остальные стороны рамы. Теперь уже можно различить основной каркас. При проведении новых радиусов точнейшим образом регулируется их натяжение с учетом напряжения всей сети, и, наконец, наша искусница связывает их в центре поперечными волокнами — готов и сторожевой центр.

Чтобы ловить насекомых, не хватает главного — липкой нити. Теперь, переходя от радиуса к радиусу, паук прокладывает сухую вспомогательную спираль (*д*), а затем, двигаясь по этой временной нити к центру и уничтожая ее позади себя, паук прокла-


б
в
г
д
е

дывает частую спираль из липкой нити (*е*). Свою работу наш крестовик начал поздно ночью, а когда в живительных лучах солнца появляются первые насекомые, сеть уже готова. Правда, служит она недолго. В сухом воздухе липкое вещество меняет свою консистенцию, а жуки, шмели и другие крупные насекомые рвут паутину. Поэтому через одну-две ночи пауку приходится обновлять сеть, причем плотные нити рамы и радиусов используются, как правило, неоднократно.

Повторное использование материала и крайняя экономия движений — характерные особенности сооружения недолговечной паутинной сети. Ими же можно объяснить и некоторые очевидные противоречия в ее конструкции. Например, вследствие того что кратчайшим расстоянием между двумя радиусами является перпендикуляр, восстановленный от первого ко второму, созданная пауком логарифмическая спираль расточительна в смысле экономии материала. Явно ни к чему большая густота спирали в центре сети, тогда как по внешнему краю, там, где радиусы широко расходятся, витки спирали расположены реже. Выходит, хваленая колесовидная сеть — ошибочная конструкция? Вовсе нет. Опыты с радиоактивным материалом показали, что 90% паутинного шелка используется повторно, так что фактически расточительства нет. Меньшая эффективность широких наружных витков ловчей спирали компенсируется экономией в затратах времени и сложных ориентировочных реакций — компромисс, очевидно поддержанный отбором, в противном случае этот тип сети не был бы присущ столь большому числу видов.

Изготовление долговременных сетей, напротив, требует больших затрат времени, материала и более сложных ориентировочных реакций. Такие сети обычно служат недели, месяцы, а то и целый год средством добывания пищи, убежищем и местом выведения потомства. В долговременных конструкциях паутинный материал повторно не используется, поэтому и принципиальный «план строения» их иной. Пауки просто достраивают их с того или иного края, тогда как хозяйка круговой сети переделывает большие участки в соответствии со стереотипным планом, изменить который невозможно, зато начатую сеть может закончить другая особь того же вида.

Действия эти, осуществляемые под контролем центральной нервной системы, закреплены генетически, то есть врожденны. Это не значит, что они «готовы к употреблению» сразу, как только паук выйдет из яйца. Обычно такого рода сложные движения «дозревают» в ходе индивидуального развития. Это относится, кстати, и к некоторым врожденным реакциям человека.

По достижении определенного возраста (после нескольких линек) молодые паучки обычно покидают родное гнездо и начинают строить сети, совершенные по форме, только соответственно меньшие по размеру. Сразу после вылупления они не способны к этому, так как их наследственно запрограммированным двигательному и нервному аппаратам требуется какое-то время для окончательного развития. Насколько мало план строения сети зависит от последующего опыта животного, показал эксперимент, в котором одна группа пауков росла «нормально» (они ловили живую добычу), а паукам из другой группы корм всегда вкладывали пинцетом прямо в «рот». Прошло время, и представители обеих групп построили совершенно одинаковые сети, хотя у пауков, никогда не ловивших добычи, отсутствовала положительная обратная связь, что должно было бы вести к исчезновению или редукции строительной деятельности, будь она зависима от опыта.

Итак, способ плетения сетей закреплен генетически и — за исключением изменчивости, обусловленной выбором места, — специфичен для каждого вида пауков. Этим, в частности, объясняется интерес фармакологов к восьминогим мастерицам.

Пауки и лекарства

Пожалуй, ни одно животное, кроме пауков-кругопрядов, не создает столь совершенного графического воплощения закулисной деятельности нервной системы. А так как пауки «работают» ежедневно и, значит, каждый день демонстрируют свое внутреннее состояние, то они могут служить идеальными подопытными животными для исследования действия лекарственных препаратов. Химик Петер Витт считал единственной возможностью прямо оценить медикаментозное действие того или иного скормленного животным вещества — исследование рисунка сплетенной пауками сети, летописи нормального или нарушенного поведения. И дело не в том, что пауки чувствительнее других животных к исследуемым веществам, а в том, что их ошибочные действия легко обнаружить, так как конструкция сети — это точный и подробный отчет о функциональном состоянии их нервной системы. Понятно, что переносить полученные таким путем результаты на других животных, особенно на теплокровных, нужно с очень большой осторожностью.

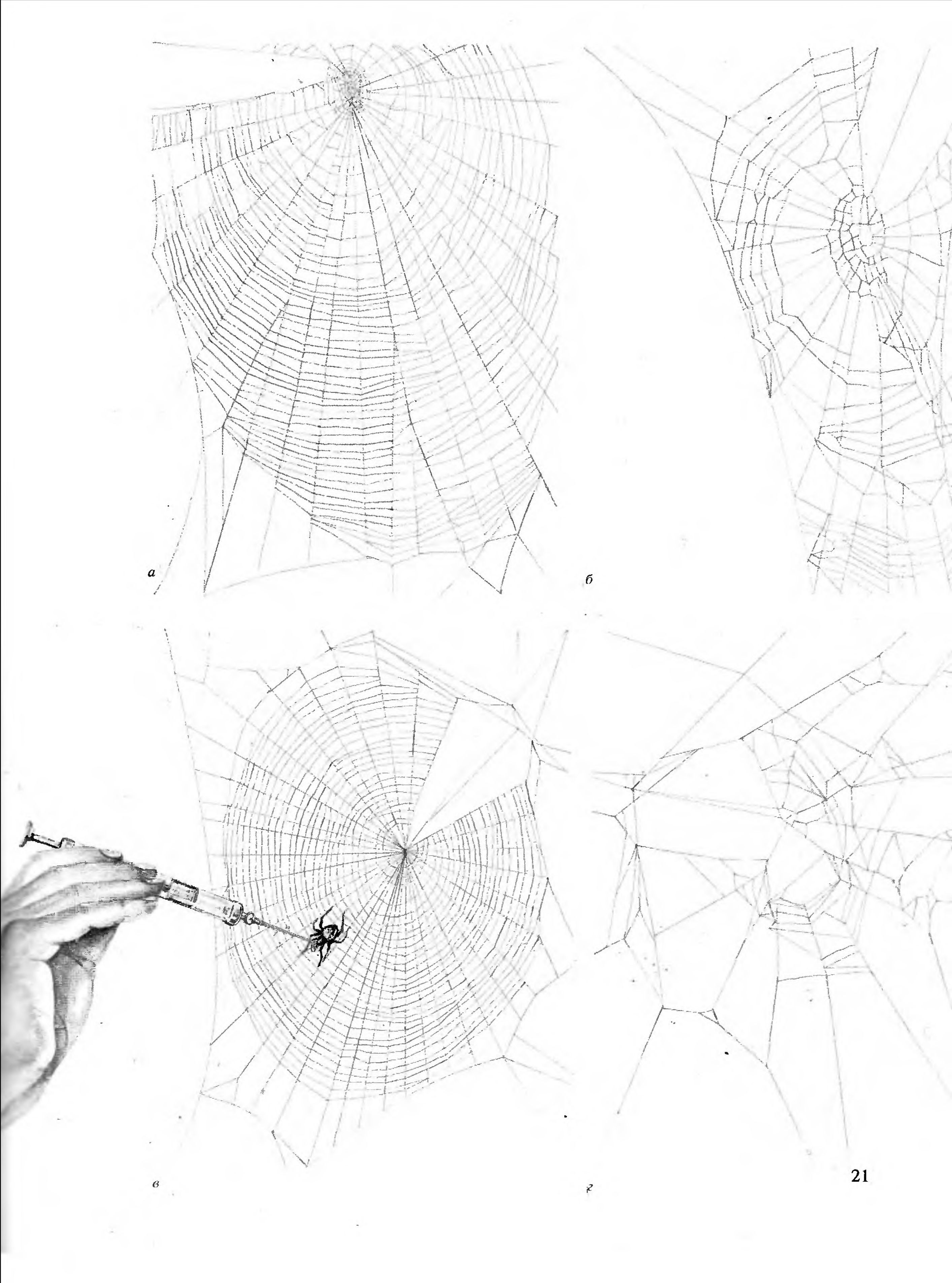
Паутинные сети, сплетенные под влиянием лекарственных препаратов. Лекарства вводятся пауку через специальную канюлю.

а Обычная круговая сеть паука *Zygiella*, в которой всегда имеется некоторая неправильность.

б Первитин (допинг, «придающий бодрость») приводит паука в слишком сильное возбуждение, и он не может как следует сплести сеть.

в Под влиянием наркотического препарата ЛСД паук не воспринимает никаких отвлекающих внешних раздражителей и плетет паутину куда более правильной формы, чем в обычном состоянии.

г Кофеин вызывает у паука подобие невроза. Ориентация паука в пространстве временно исчезает, и он сооружает беспорядочное сплетение паутинных нитей.

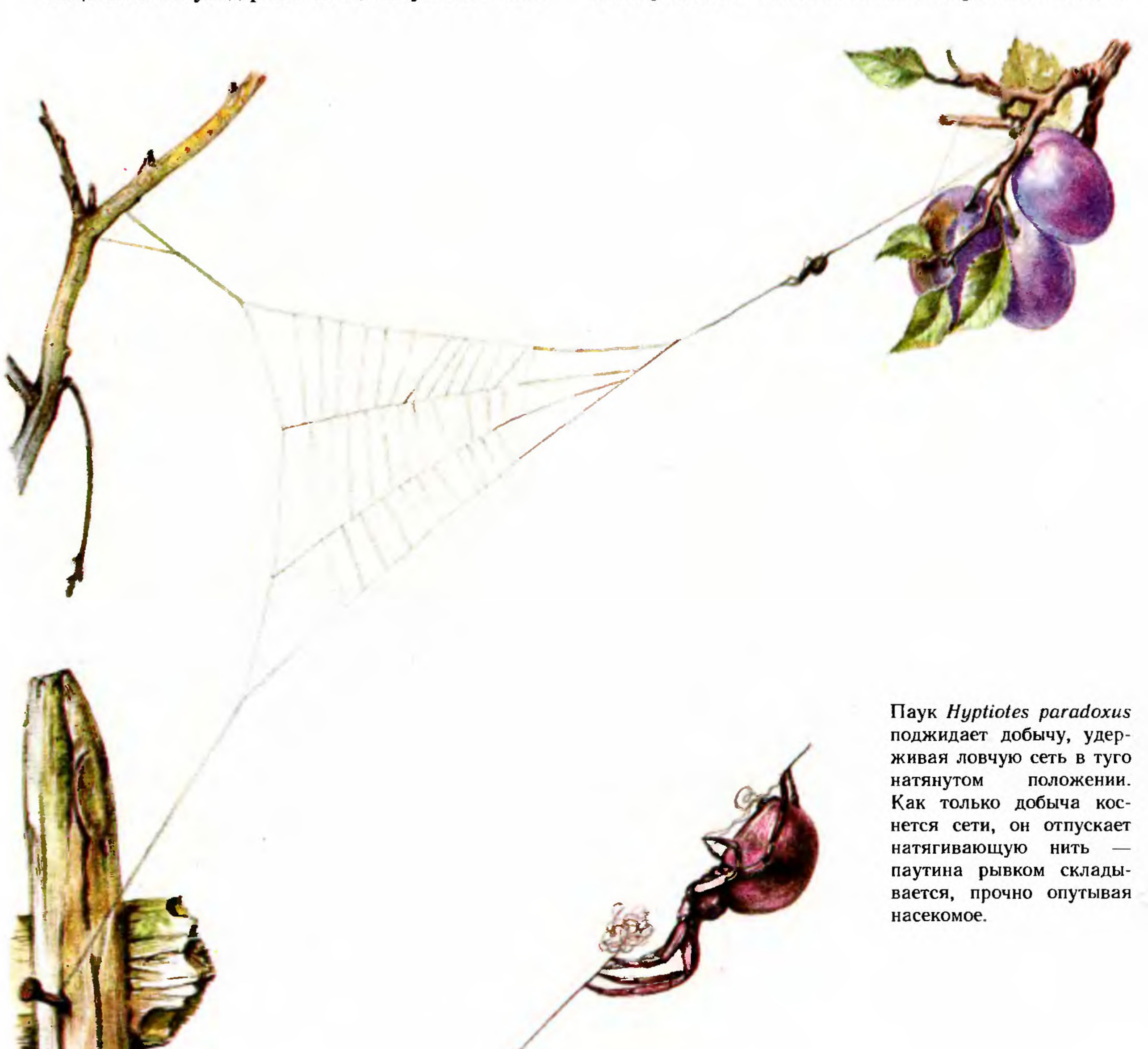

а
б
в
г

Захлопывающиеся ловушки и ночные охотники с «лассо»

В заключение расскажем о наиболее своеобразных ловушках пауков. У живущего в горах Центральной Европы паука *Hyptiotes paradoxus* треугольная сеть, натянутая обычно на сухих нижних ветвях елей, еще напоминает по плану строения круговую. Куда труднее обнаружить такое сходство у южноафриканского представителя рода *Miagrammopes,* чья ловчая паутина редуцирована до одной почти трехметровой нити. Оба этих вида пауков-крибеллятов используют паутину в качестве подвижной ловушки для насекомых. Подобные конструкции конвергентно развились и в других группах пауков.

Чаще всего паук держит концы паутинной нити передними ногами, а сам прикрепляется с помощью особой нити к какой-либо ветке. Наматывая страховочную нить на брюшко и повиснув вниз головой в ожидании добычи, он туго натягивает весь ловчий аппарат. Как только жертва наткнется на пушистую крибеллярную паутинку, задние ноги паука отпускают «страховку», которая стремительно разматывается, паука швыряет вниз, края сети сближаются, и жертва запутывается в густых петлях — ловушка захлопнулась.

Весьма экзотическим способом добывают себе пищу пауки *Mastophora.* Ночью они повисают вверх брюшком на страховочной нити, держа в передней ноге вторую нить, на конце которой поблескивает липкая капелька. Нужна известная доля фантазии, чтобы увидеть в таком пятисантиметровом маятнике



Паук *Hyptiotes paradoxus* поджидает добычу, удерживая ловчую сеть в туго натянутом положении. Как только добыча коснется сети, он отпускает натягивающую нить — паутина рывком складывается, прочно опутывая насекомое.



Паук *Mastophora* сбивает добычу прицельным броском нити с висящей на ее конце клейкой каплей.

редуцированную круговую сеть. И тем не менее это так. Тропики с их невообразимым богатством насекомых — истинный рай для пауков. Там стала возможна столь далеко зашедшая редукция исходной для группы в целом круговой сети. Требуется немалое мастерство, чтобы точным броском «лассо» попасть в пролетающее мимо насекомое.

Вообще у пауков такое множество вариантов сетей, такое изобилие удивительных, еще совсем мало исследованных форм поведения, что рассказать о всех просто невозможно. И все же хочется думать, что не один читатель нашей книги, открыв для себя нечто интересное и поучительное в жизни маленьких охотников за насекомыми, пренебрежет приметой «Встреча с пауком утром к несчастью» и опустит занесенную было ногу мимо презренного изгоя, даря ему жизнь.

Строители верш

О том, что пауки плетут сети, всем известно. Куда менее известно, что и некоторые насекомые, вернее их личинки, ставят сети, да еще под водой. Такие ловушки-верши можно найти и в чистых водоемах средней полосы. Их сооружают личинки некоторых ручейников. Ручейники образуют особый отряд насекомых, близкий к бабочкам. Личинки большинства видов строят легкие транспортабельные домики-футляры из песчинок, растительных частиц или другого материала, скрепленного застывающим в нити секретом слюнных желез. Строители верш, напротив, живут в неподвижно закрепленных паутинных трубках и потому не могут активно разыскивать корм. Зато они «изобрели» различные типы ловчих сетей, обеспечивающих постоянное поступление пищи. В стоячих или слабопроточных водоемах это нечто вроде ставных сетей, которые сигнализируют о добыче. В медленно текущей воде некоторые ручейники сооружают похожие на верши мелкоячеистые сети с тонкими ворсистыми стенками. Такая верша фильтрует воду, словно планктонная сетка*. Мельчайшие живые существа и даже личинки насекомых застревают в ячейках концевого отдела верши, с боку которого пристроена жилая паутинная камера, где хозяйка сторожит свою «скатерть-самобранку».

В быстрых ручьях такая сравнительно плотная сеть не выдержала бы напора воды. Там живут личинки ручейников семейства Hydropsychidae, сети которых с правильными прямоугольными ячейками оказывают малое сопротивление течению. Чем быстрее течение, тем крупнее ячея сети и толще нить, из которой она сплетена. В единицу времени через такую сеть отфильтровывается большее количество воды, так что ее уловистость не меньше тонкой мелкоячеистой сети личинок, живущих в ручьях с менее быстрым течением.

Самые молодые личинки обычно питаются планктоном, подросшие предпочитают добычу покрупнее. Крайняя специализация обнаружена у личинок гидропсихид из бассейна Амазонки. Они живут в U-образных домиках на дне чистых и бедных кормом лесных ручьев, где способны выжить лишь немногие живые существа. Но даже в такой кристально чистой, на наш взгляд, воде содержатся мельчайшие частички разрушенных органических остатков. Личинки этих южноамериканских ручейников делают сети с невообразимо мелкой ячеей размером примерно 3×20 мкм (1 мкм = 0,000001 м). Сеточка диаметром 1,5 см содержит около двух миллионов таких ячеек! До сих пор не ясно, как ухитряется почти двухсантиметровая личинка со сравнительно толстыми коготками переплетать нити с такими крошечными промежутками.

* Особое приспособление для ловли мельчайших водных организмов. — *Здесь и далее примечания переводчика.*

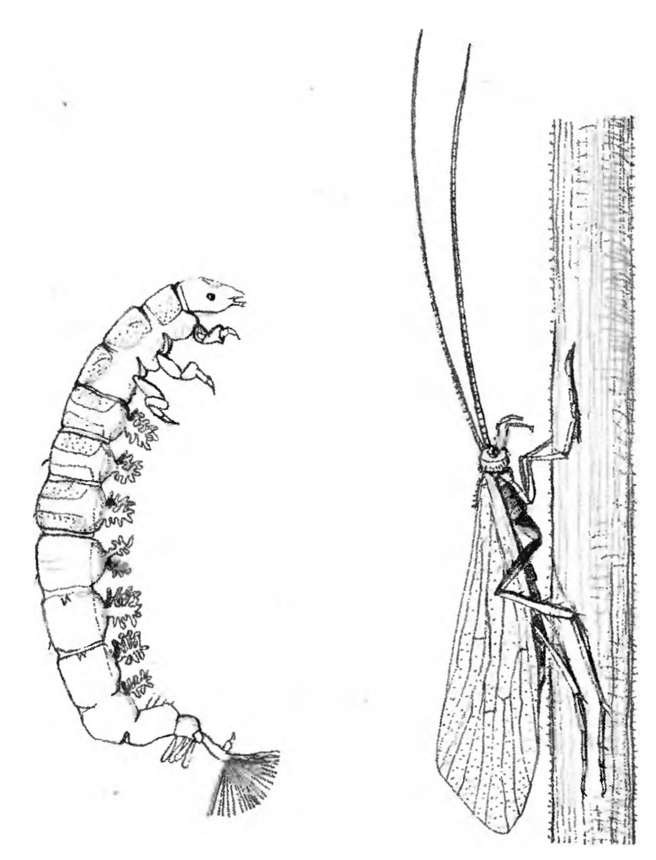

а
б
в
г

Лучше изучены способы «работы» европейских ручейников. Эволюционно сети и верши возникли из паутинной выстилки жилых камер. И сейчас есть ручейники, у которых сеть является простым воронковидным расширением у входа в жилую трубку или даже фильтром внутри ее. Сложные двусторонне-симметричные сети представителей гидропсихид тоже можно рассматривать как часть выстилки домика, выдвинутой в поток воды, причем ориентация нитей и расстояние между ними строго закономерны.

Для сооружения сети того или иного типа помимо прочного субстрата требуются вполне определенные характеристики водного потока. В поисках оптимального места для «строительной площадки» только что вылупившиеся личинки отдаются на волю волн, и значительная часть их погибает в сетях своих старших сородичей. Иногда молодая личинка пользуется паутинными нитями, чтобы удерживаться в потоке, пока не найдет подходящее место для остановки. В таких местах порой собирается несметное множество личинок. На дне рек возникают целые барьеры из сетей. При сооружении основы сети роль течения невелика, а вот при конструировании ловчей паутины оно является определяющим. Сеть ручейник всегда ставит поперек течения. Ориентация осуществляется с помощью специальных органов чувств (чувствительных щетинок), расположенных на переднем конце головы личинки. Если, нанеся слой лака, заблокировать эти щетинки, личинка не сможет правильно расположить сеть.

При изготовлении ловчей сети нити протягиваются попеременно и склеиваются ротовым аппаратом таким образом, что получаются прямоугольные ячейки. Нити проходят то снизу, то сверху основы, напоминая по структуре сотканные человеком ткани. Правда, этот эффект достигается совсем другим способом: личинка тянет попеременно нити основы с обеих сторон «ткани», в то время как ткачиха сначала натягивает нити основы, а затем прокладывает по ним уточную нить. Если бы личинка ручейника попыталась плести сеть таким способом, ей пришлось бы ползти с новой нитью между уже натянутыми нитями основы, что в принципе неосуществимо.

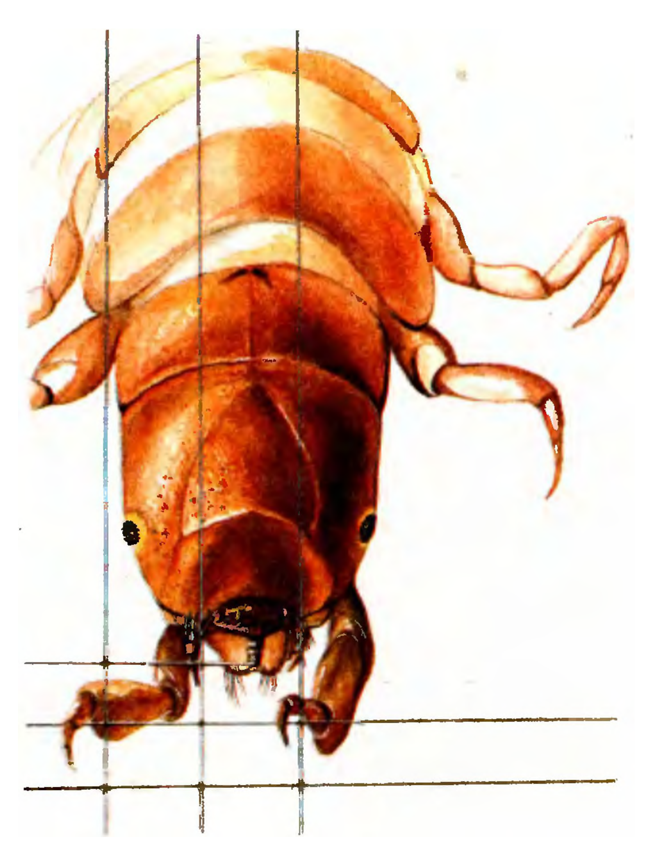
Ловчая паутина личинок ручейников:
а Густо плетеная шелковая верша до 14 см длиной. Личинка нейреклипса (*Neureclipsis bimaculata*) находится в узком конце воронки.
б Верши *Holocentropus dubius.* Такие сети встречаются чаще в водоемах со слабым течением.
в Домик личинки южноамериканского ручейника из семейства гидропсихид (Hydropsychidae). Протекающая сквозь него вода фильтруется очень мелкой сеткой. Личинка находится в вертикальной жилой трубке и питается частичками, задержанными сетью.
г Личинка другого вида гидропсихид у своей «ставной» сети. Крупноячеистые сети оказывают малое сопротивление стремительному потоку воды.

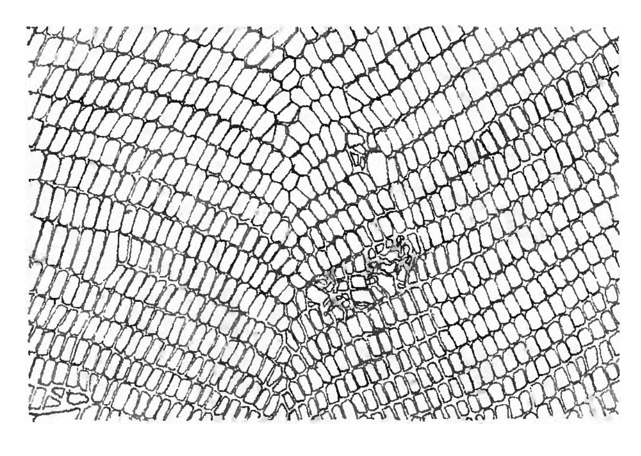


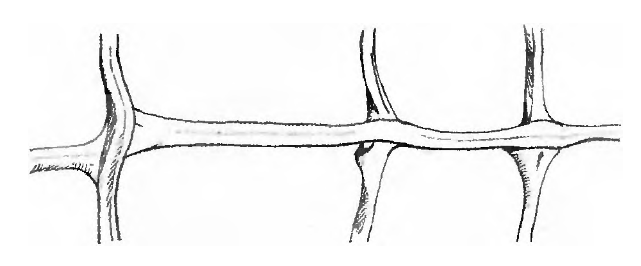
Гидропсихе (*Hydropsyche*); справа — взрослое насекомое, слева — личинка. Пучковидные выросты на брюшной стороне тела личинки — жабры.

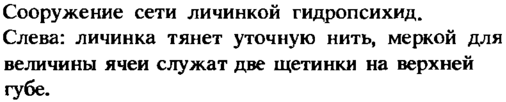
Размер ячеи в ловчей сети гидропсихид обусловлен морфологическими структурами: на верхней губе личинки расположены две щетинки, отмеряющие ширину промежутка между связываемыми нитями. Если оперативным вмешательством изменить этот «измерительный инструмент», личинка будет плести сеть с иной величиной ячеи. Кстати, и нормальные личинки не в состоянии искусно «заштопать» дырку в двусторонне-симметричной сети прямоугольными петлями. Поврежденные места хорошо заметны по идущим вкривь и вкось нитям, что свидетельствует о том, что ловчая сеть гидропсихид нечто большее, чем просто сумма составляющих ее частей. Определенное число нитей, характерное для каждого вида, сплетается, согласно наследственно закрепленному плану, таким образом, что возникает структура более высокого порядка, и никакую ее часть нельзя удалить, не нарушив целого.

Ручейники, пауки и муравьиные львы наиболее известные, но далеко не единственные строители ловушек среди животных. Так, в Южной Европе и Северной Африке встречаются мухи (род *Vermileo*), личинки которых копают ловчие ямы. Эти «черви»









Сооружение сети личинкой гидропсихид.
Слева: личинка тянет уточную нить, меркой для величины ячеи служат две щетинки на верхней губе.
Справа вверху: кусок двусторонне-симметричной ловчей сети, в двух местах «заштопанный».
Справа внизу: в месте пересечения нити склеиваются (по данным растровой электронной микроскопии).

по образу жизни удивительно напоминают муравьиных львов, хотя между ними нет никакого родства. Личинки некоторых двукрылых ловят добычу с помощью липких нитей. Таковы личинки грибных комаров, например живущего в новозеландских пещерах *Arachnocampa luminosa*; его ловчие нити свешиваются с потолка пещер и приманивают летающих насекомых свечением (явление биолюминесценции). Мелкими живыми существами и частицами детрита питается живущий на морском дне многощетинковый червь *Chaetopterus variopedatus*. В своей U-образной жилой трубке, стенки которой «облицованы» пергаментовидной массой, он натягивает расположенными в середине тела щупальцами слизистую пленку. Примерно через двадцать минут червь сворачивает сеть с застрявшими в ней мелкими организмами и взвешенными частицами и отправляет все в рот, а позднее натягивает новую сеть. Подобный способ добывания пищи встречается, между прочим, у личинок комаров-звонцов рода *Rheotanytarsus* и у живущего на морском дне многощетинкового кольчатого червя *Nereis diversicolor*, укрепляющего у входа в жилую трубку мелкоячеистую слизистую воронку. Спустя некоторое время сеть вместе с отфильтрованными частицами они съедают и заменяют новой.

Тайники и кладовые

Если у животного нет постоянной кормовой базы, особенно в местностях с длительным засушливым периодом или с суровой зимой, оно вынуждено принимать меры, чтобы пережить голодное время. В простейшем случае происходит лишь физиологическое накопление пищевых запасов. Благодаря усиленному поглощению корма в теле животного откладываются резервы жира и гликогена, которыми позднее восполняется недостаток пищи (скажем, в период зимней или летней спячки) либо, как у перелетных птиц, организм подготавливается к повышенным нагрузкам. Другая возможность пережить трудное время — создание запасов корма. Некоторые птицы (сорокопуты, например) излишки пищи просто накалывают на шипы или кончики сухих веток, многие пауки подвешивают в гнезде спеленутых в паутину насекомых. Животные хранят запасенный впрок корм в естественных или искусственных укрытиях, например в специально построенных кла-

довых. Бывают склады для личных нужд животного — о таких постройках преимущественно и пойдет речь в нашей книге, бывают для обеспечения потребности потомства или целого сообщества животных. О последней группе подробно поговорим особо, здесь же приведем лишь некоторые общие примеры.

Тайники

Гуляя по лесу, вы, наверное, замечали иногда молодые деревца, растущие из дупла или из трещины в коре старых деревьев. И хотя проростки подчас относятся совсем к другому виду, в этом нет ничего невероятного. Как же туда попали их семена? Ветер не годится в переносчики семян дуба, лещины или бука — они для этого слишком тяжелы. Только животные могли стать нечаянными садовниками. Действительно, синицы и дятлы, поползни и сойки прячут семена и другую пищу в трещины коры, в дупла, закапывают их в почву. Позднее они часто не находят свои «захоронки». Сойка, например, таким путем немало способствует распространению дуба.

Конечно, простое вкладывание или даже вколачивание предметов в подходящие щели еще нельзя рассматривать как строительную деятельность. Не столь ясен пример с поползнем, который, прикрыв спрятанное мхом или корой, крепко забивает щели. Ну а если сооружается искусственная полость или расширяется найденная (это хорошо известно для некоторых дятлов), то мы, несомненно, имеем дело уже со строительной деятельностью. Прячут пищу в тайниках и млекопитающие. Самые внушительные запасы собирает, пожалуй, всем известная домовая мышь (*Mus musculus*), точнее, один из ее подвидов — курганчиковая мышь* (*M. m. spicelegus*), раса, круглый год обитающая в естественных условиях (ее исходный ареал был расположен между Каспийским морем и озером Нойзидлер). Осенью группки от двух до шести мышей собирают запас семян весом 5—7 кг и прикрывают его землей. Сооруженные таким образом курганчики с расположенными под ними гнездами достигают в диаметре от 60 до 120 см и в высоту до 50 см.

Очень похожая на курганчиковую обыкновенная домовая мышь (*M. m. domesticus*), напротив, является постоянным спутником человека. Ее поведение заметно отличается от поведения дикой формы, в частности, утратой способности строить «склады». Промежуточное положение занимает центральноевропейская домовая мышь (*M. m. musculus*), которая зимой живет рядом с человеком, а летом выселяется в естественные местообитания. Все три подвида чрезвычайно сходны между собой; их легче различить по особенностям поведения, нежели по морфологическим признакам.

Устраивают тайники и другие грызуны, а также многие хищники, в том числе рыжая лисица. И хотя результатом их деятельности будут всего-навсего простые ямки, более или менее тщательно прикрытые, она интересна для нас, так как дает возможность на примере несложных действий составить представление об общих принципах управления строительной деятельностью животных.

Псовые, к которым относится рыжая лисица (*Vulpes vulpes*), желая спрятать кусок мяса, берут его с земли клыками, подбросив, перехватывают поудобнее (ловчий бросок) и отправляются на поиски подходящего места, где роют ямку, укладывают в нее мясо и движениями морды забрасывают его землей. Последовательность отдельных действий животного наследственно закреплена, она точно такая же и в неестественных условиях. Например, молодая ручная лисица некоторое время металась с куском мяса по комнате и наконец в углу на голом полу продемонстрировала всю последовательность описанных выше действий, а когда ей дали другой кусок, принесла его «закапывать» сюда же. Столь «умная» и «хитрая» в устах народа лисица не смогла действовать в соответствии с ситуацией. Ее программа поведения оказалась слишком жесткой, и, получив в виде куска мяса исходный стимул, она выполняет весь генетически закрепленный цикл стереотипных действий даже при отсутствии нужных условий. В данном случае голый пол, которым мясо не прикроешь, ничего не изменил в ходе событий. Мы вернемся к этому примеру позже, когда будем рассматривать, какую роль в поведении животных играют ключевые раздражители, поступающие из внешней среды.

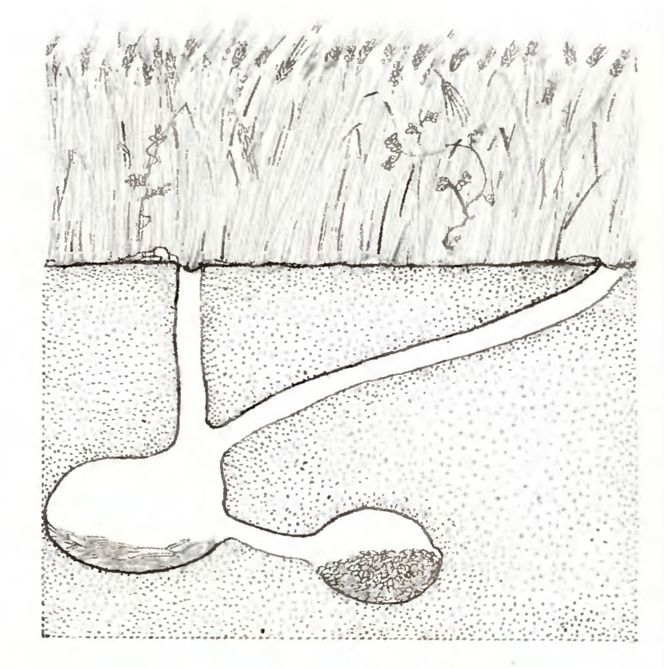
Кладовые

При этом слове на ум почти всегда приходят хлебные «амбары» хомяка. Недаром хомяк стал символом жадности и скопидомства. Кладовые обыкновенного хомяка (*Cricetus cricetus*) являются составной частью сложной строительной конструкции. Примечательно, что самцы и самки строят по-разному. Постройка самца состоит из косого входного туннеля, жилой камеры, вертикального хода, «туалета» и кладовой, примыкающей к жилой камере. Самка прокладывает обычно несколько входных туннелей и всегда большое число (до 8) вертикальных ходов. Это можно рассматривать как заботу о потомстве, так как вертикальные шахты служат молодым животным при первых «выходах в свет» для стремительного бегства в спасительную нору. Отличия в конструкции нор, таким образом, коренятся в характере распределения ролей между полами.

О количестве зерна, которое приносит хомяк в за-

* Курганчиковую мышь в настоящее время выделяют в особый вид.

Нора самца хомяка с наклонным входным туннелем, жилой камерой и кладовой (схематично). Вертикальный отнорок служит для быстрого бегства и одновременно как ловчая яма для мелких животных.



щечных мешках в подземную кладовую, написано много; 50 кг, может быть, и не преувеличение, но, несомненно, случай исключительный. Большим уже считается запас в 15 кг. Интересно, что самки приносят куда больше зерна, чем самцы, у которых редко бывает собрано больше 4—5 кг, а иногда встречаются запасы меньше килограмма. Хомяки питаются не только зерном, которое к весне бывает съедено, но и свежей зеленью, а также дождевыми червями, личинками майских жуков и даже полевками. По-видимому, вертикальные ходы выполняют более широкие функции, действуя и как ловчие ямы для всякой мелкой живности.

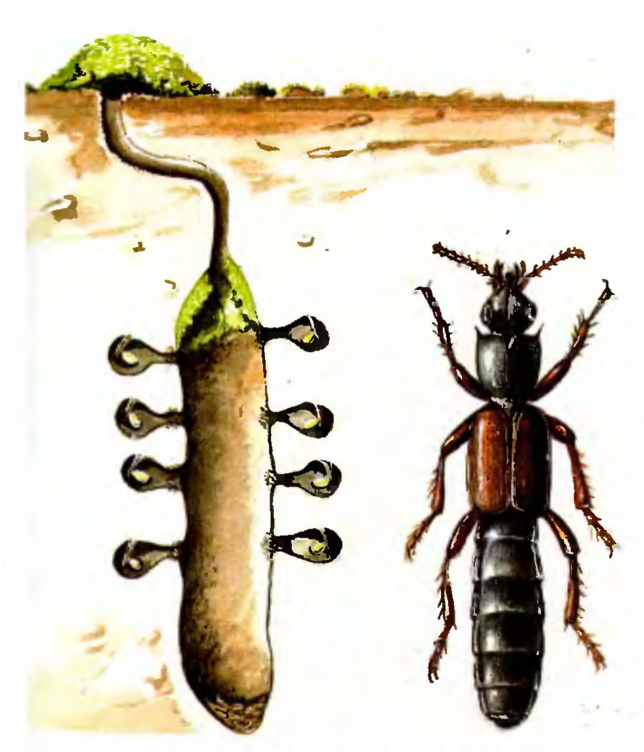
Кстати, такова же функция ходов кротовой норы. В них попадает немало съедобного — дождевые черви, личинки майских жуков, различные насекомые и пауки. Выкапывая новые ходы, крот расширяет таким образом свои возможности добывания пищи. В период изобилия корма, особенно ранней осенью, когда выдаются первые холодные дни, крот стаскивает излишки в специальные кладовые или в заброшенные ходы. У дождевых червей, найденных в таких складах, поврежден передний конец тела, а то и вовсе отсутствуют первые сегменты. Так как именно в них расположены нервные центры, отвечающие за упорядоченное движение, уползти черви не могут. Таким образом, добыча сохраняется в виде «живых консервов» — принцип, который мы еще встретим у роющих ос. Один польский зоолог насчитал в такой кротовой кладовке 1200 дождевых червей общим весом свыше 2 кг! Это не значит, что крот съест все. У уцелевших червей передний конец тела за зиму регенерирует, и весной они уползут с опасного места.

Во всех приведенных примерах хранилища запасов рассчитаны на собственные потребности хозяина. Однако многие виды, главным образом насекомых, сооружают подобные склады преимущественно, а то и исключительно для нужд подрастающего поколения. Необходимо различать строительную деятельность, связанную только с откладыванием яиц, и строительную деятельность, обеспечивающую весь период развития потомства, включая его защиту и кормление.

Насекомые откладывают яйца в укромных местах или маскируют кладку с помощью специальных



Хомяк в своей кладовой. За лето и осень самка заготавливает в своем «амбаре» до 15 кг зерна.



Жилое и расплодное гнездо коротконадкрылого жука *Bledius spectabilis*. Этот жук выкапывает в песке на берегу моря норку, в которой прячется во время прилива. Определенные участки норки он забивает водорослями, которыми питается сам и его потомство.
По бокам жилой трубки расположены яйцевые камеры, вход в которые «запечатан» песком. Для защиты от сырости и плесени каждое яйцо в камере подвешено на ниточке из застывшей слюны.

сооружений. Многие заботятся о пропитании личинок, либо откладывая яйца просто на питательный субстрат (например, бабочки-капустницы — на капустные листья, а наездники — прямо в тело животного-хозяина), либо снабжая гнездовые камеры запасами провианта, которых хватает на первые дни жизни личинок, а то и на весь период развития до метаморфоза. Нас интересует сейчас именно такой весьма распространенный случай комбинации гнездовой камеры и кладовой. Пока ограничимся единственным примером этой сложной формы заботы о потомстве у жука-скарабея.

В роскошных усыпальницах египетских фараонов находили сотни странных амулетов: вырезанные из камня или позолоченные изображения жука, священного скарабея (*Scarabaeus sacer*). Навозный жук на груди фараона! Одного этого факта было бы достаточно, чтобы возбудить наш интерес к невзрачным жукам.

Что же сделало этих жуков священными? Ответить на вопрос поможет нам образ жизни скарабея. В немыслимую полуденную жару, когда люди и домашние животные апатично прячутся в тени, скарабеи оживленно копошатся в песке — они явные поклонники солнца. Из свежего навоза различных копытных с завидным упорством и сноровкой жуки формуют правильные шары величиной с кулак и весом до 40 г — собственный вес жука всего 2 г! Торопливо катит он, пятясь, шар по горячему песку. Внезапная остановка — и шар на глазах погружается в землю. Точно так же вели себя жуки и 5000 лет назад. Древние жители нильской долины смотрели на мир совсем другими глазами, чем мы. «Почему солнце день за днем обходит небосвод? Наверное, всемогущий солнечный диск катят по небу невидимые жуки, ведь солнце так же вечером уходит в землю, как шары черных жуков», — думали они. И разве в таком случае почитание священного скарабея как символа бога-солнца не покажется нам само собой разумеющимся?

Конечно, скарабей мастерит навозные шары вовсе не для того, чтобы закрепить за собой звание священного животного; необходимость такой деятельности коренится в его образе жизни. Скарабеи питаются навозом, иными словами, они специализированные растительноядные животные, использующие те питательные вещества, которые не может переварить желудок млекопитающих. В жарком сухом климате их родины за несколько часов навоз высыхает настолько, что становится непригодным в пищу ни самим жукам, ни их потомству. Поэтому скарабеи вынуждены позаботиться о том, чтобы навоз оставался влажным на протяжении нескольких недель. Шаровидная форма, придаваемая навозу, имеет при этом очень важное значение: с одной стороны, она обеспечивает наиболее благоприятное соотношение поверхности и объема и соответственно максимально замедляет высыхание; с другой стороны, значительно облегчает транспортировку. А всего надежнее скрыться от палящих лучей солнца под землей. Поэтому как только жук попадает на место, подходящее по условиям влажности и механическим особенностям грунта, он подлезает под шар и начинает отгребать землю в стороны. Постепенно под действием собственной тяжести шар опускается в глубину. Обычно пишут, что самка скарабеев (живущих моногамно, в единобрачии, — именно шар навозный является связующим звеном между партнерами!) сидит сверху на шаре, в то время как самец делает подкоп.

Жуки изготавливают два вида навозных шаров: во-первых, для еды (ими неразлучная пара лакомится в небольшой подземной камере) и, во-вторых, шар-запас для будущего потомства. Последний служит пищей на весь период развития личинки и представляет для нас особый интерес. Закопанному шару самка придает грушевидную форму — «груша» всегда стоит в гнездовой камере вертикально. В ее суженной верхней части устраивается яйцевая камера, в которую помещается яйцо, окруженное за-

Строители ловушек
Пауки плетут самые разнообразные ловчие сети, исходно возникшие как продолжение паутинной выстилки жилой трубки. К такому эволюционно самому древнему типу близка ловчая сеть паука *Amaurobius*.
1 Застрявшая в крибеллярных нитях личинка клопа-солдатика, пытаясь освободиться, задевает сигнальные нити и тревожит паука в его убежище.
2, 3 По более сложному плану сооружаются сети-«балдахины» пауков-тенетников (Linyphiidae). В блестках утренней росы они особенно заметны ранней осенью, тысячами покрывая лесные полянки. Над горизонтальной сетью натянуто хаотичное сплетение ловчих нитей, которые сбивают летящих насекомых. Хозяйка сети передвигается вниз головой под сетью в зоне с редкими растяжками и «подкрепляет» падение добычи энергичным встряхиванием сети.
4 Сравнивая балдахинную и круговую сети, убедимся, что последняя при меньшем расходе материала перекрывает бо́льшую поверхность. И по «техническим» параметрам она представляет наиболее совершенный тип паутинной сети.
5 Сеть паука-крестовика в мелких капельках утренней росы. Круговые сети—недолговечные сооружения. Они ежедневно требуют починки и выдерживают, самое большее, две ночи, после чего нужно плести сеть заново. При этом старый строительный материал паук съедает и более 90% его вновь перерабатывает в паутинный секрет.
6 Пара стрекоз в сетях паука *Argiope bruennichi*. Большинство пауков-тенетников, прежде чем съесть добычу, тщательно опутывают ее паутиной.
7 Паук-крестовик оплетает добычу паутиной. Двумя ногами он быстро вращает пойманную осу, выпуская из паутинных бородавок волну тончайших нитей и тем самым лишая добычу всякой возможности двигаться. Его ядовитые железы пока бездействуют. На ловчих нитях в верхней части фотографии видны мелкие клейкие капельки.

Строительная деятельность и брачное поведение
8 Пара пауков-крестовиков *Araneus marmoreus* на «мосту любви». У крестовиков строительная деятельность ради привлечения партнера более чем проста. Обнаружив сеть половозрелой самки, самец прикрепляет к ней всего одну прочную паутинную нить и подергивает ее определенным (специфичным для вида) образом, совсем иначе, чем это делает попавшая в сеть добыча. Если партнерша его «услышит», она вступает на «мост любви», как назвали наблюдатели эту паутинку, и повисает перед самцом в позе спаривания.
9 Самец европейского паука *Pisaura mirabilis* так избегает опасности быть принятым в качестве угощения: приближается к партнерше со «свадебным подарком» — оплетенной паутиной мухой. Самка вцепляется в подарок, а не в жениха и начинает высасывать муху. Самец использует благоприятный момент, чтобы подлезть под самку и ввести в ее оплодотворительные каналы заполненные семенной жидкостью вздутия на кончиках педипальп.
10 Токовые пирамиды краба-привидения (*Ocypode*), побережье Персидского залива, Оман. Эти кучки песка кроме привлечения партнерши выполняют и другую функцию: показывая, что территория занята, они отпугивают соперников.

Самую сложную строительную деятельность для обеспечения успеха спаривания развивают птицы из семейства шалашников, или беседковых птиц. Самцы месяцами возятся с постройкой приметной «беседки любви», собирая для украшающей ее коллекции самые различные предметы. И все это только ради того, чтобы привлечь внимание самки!
11 Атласный шалашник у своей «беседки любви», Восточная Австралия. Он раскладывает перед входом в беседку экспонаты коллекции: желтовато-зеленые листья, синие перья и ягоды.


01

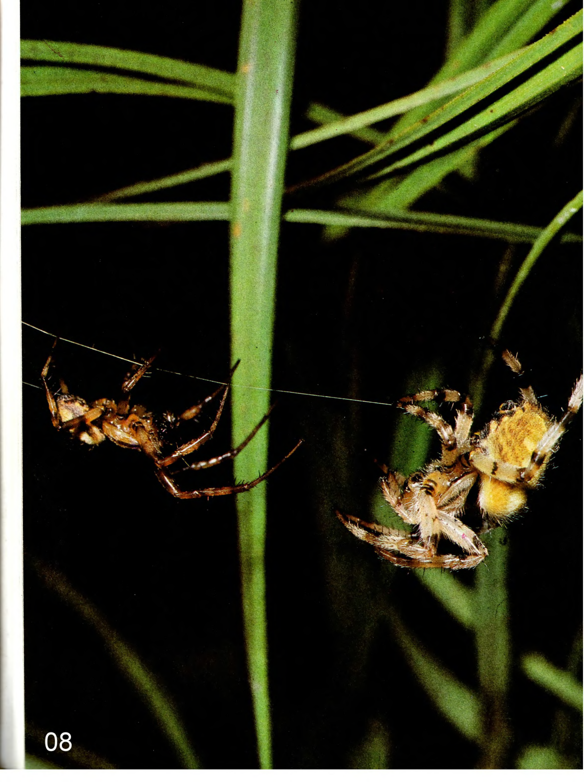


2
3


04

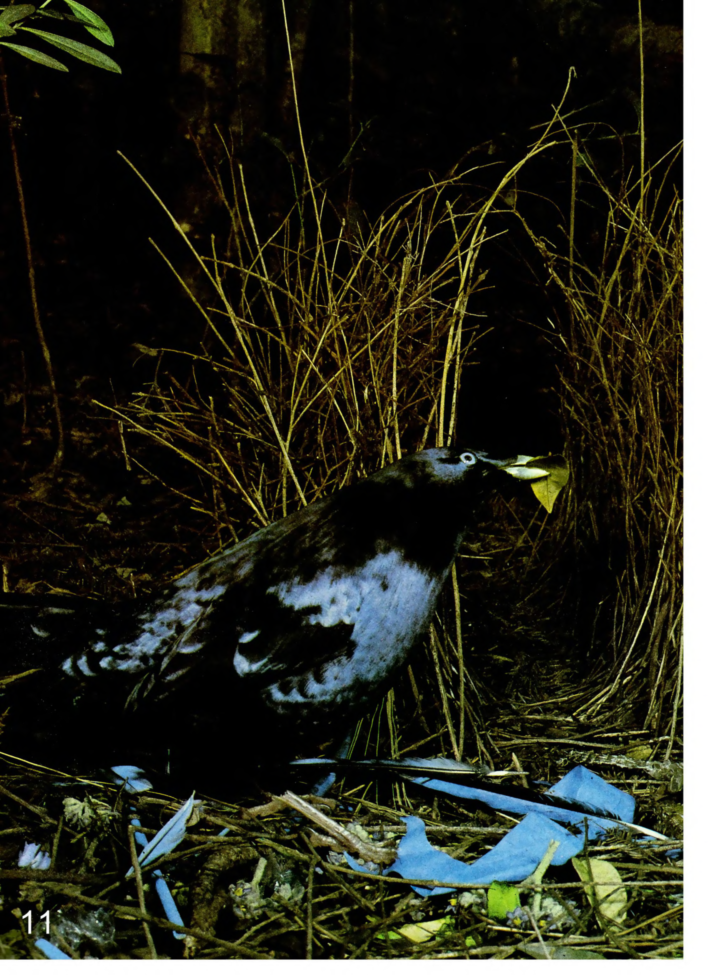

05
06





09

10


11

ботливо обработанной, хорошо пропускающей воздух навозной массой. Наружные слои груши более плотные — это дополнительная защита от иссушения; их не может повредить и уже подросшая личинка, которая аккуратно выедает навоз изнутри, пока от груши не останется лишь тонкая оболочка. К этому моменту происходит окукливание. Стенка груши всегда остается целой, появляющиеся порой трещины личинка тут же заделывает изнутри собственными экскрементами. Размазанные по стенкам остатки экскрементов личинка тоже съедает — поистине максимальное использование имеющейся в ее распоряжении пищи! Она ест навоз и выделяет его, опять ест и выделяет и так далее — и растет при этом! За лето самка скарабея выкапывает от 3 до 6 подземных пещерок с навозными грушами. Столь ярко выраженная забота о потомстве позволяет обходиться на удивление малым его количеством, тогда как другие жуки для поддержания существования своего вида вынуждены откладывать тысячи яиц.

Не все жуки-навозники заботятся о потомстве подобным образом. Некоторые скатывают шары из перьев и волос, используя в качестве источника строительного материала трупы животных. Часто шар, предназначенный для выкармливания потомства, обмазывают толстым слоем глины, впоследствии затвердевающей настолько, что молодые жуки могут выйти из-под защитного панциря лишь с наступлением периода дождей, когда твердая оболочка шара размякнет.

Широко распространенные в средней полосе навозники из рода *Geotrupes* — родственники скарабеев. Под коровьей лепешкой или под кучкой лошадиного помета блестящие глянцевито-черные жуки выкапывают вертикальную «шахту» почти метровой глубины. От главного ствола шахты самка прокапывает горизонтальные боковые штольни, куда помещает по яйцу и по десятисантиметровой навозной «колбаске». Самец при этом выполняет «подсобные работы»: выносит из шахты землю, затаскивает сверху комочки навоза.

За свою жизнь парочка таких жуков закапывает в землю навоза почти в 200 раз больше, чем весит сама. Отсюда ясна их важная роль в природе — известно несколько тысяч видов навозников, способствующих быстрой ликвидации разнообразных «отходов».

Насколько пренебрежение этим фактом может сказаться на сельском хозяйстве, почувствовали на себе австралийские поселенцы, когда в XVIII столетии ввезли в Австралию крупный рогатый скот. Тогда никто не догадался прихватить и естественных утилизаторов экскрементов. Упущение это, однако, вскоре дало о себе знать: коровы почему-то не пожелали есть траву, густыми пучками выраставшую на месте коровьих лепешек. Из-за этого Австралия стала ежегодно терять около 8% пастбищ — ведь быстро растущее поголовье крупного рогатого скота продуцировало огромное количество навоза!

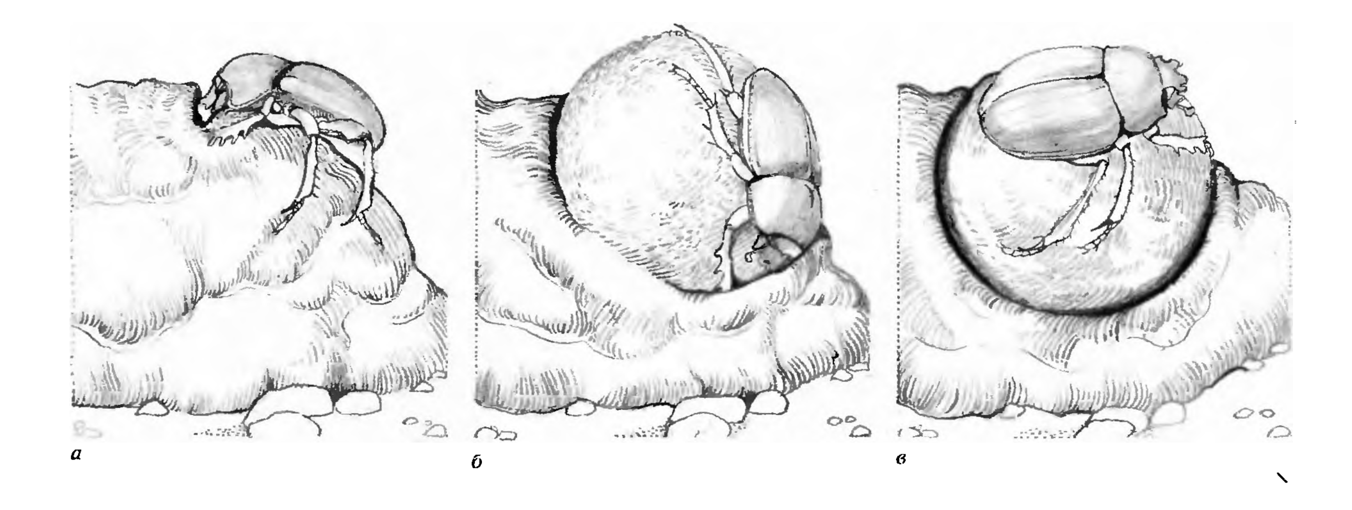
И хотя на австралийском континенте имелись свои жуки-навозники, они не заинтересовались коровьим навозом, отдавая предпочтение привычному для них помету сумчатых, главным образом кенгуру. Австралийские власти были вынуждены выделить значительные суммы на исследования и попытки акклиматизировать в Австралии естественных потребителей коровьего навоза. Это оказалось куда труднее, чем развести в свое время самих коров! Лишь совсем недавно, по-видимому, удалось наконец успешно разрешить эту важную для Австралии проблему с помощью одного из видов жуков-навозников, завезенного из Африки.

Другие родственники скарабеев — копры (*Copris*) — сделали еще один шаг вперед в проявлении своих родительских забот. Их самки охраняют навозные груши, подправляют потрескавшиеся и удаляют с их поверхности плесень до тех пор, пока не появятся молодые жуки. Они заботятся о потомстве подобно тому, как это делают жуки-могильщики, а в более совершенной форме — общественные насекомые.

Социальная жизнь и постройки общественных насекомых тесно связаны с заботой о потомстве и возникли, вероятно, именно в связи с этой заботой. Для длительно существующих сообществ сооружение кладовых с припасами оказывается жизненно необходимым делом. Самый известный пример таких построек — пчелиные соты (см. с. 170). Муравьи не способны, как пчелы, создавать воск и делать из него прочные резервуары для пищи. Тем не менее некоторые муравьи ухитряются запасать впрок не только мед, но и другие жидкости. Для этого они используют подземные кладовые с весьма своеобразными медовыми «бочками». Роль сосудов играют крупные рабочие муравьи, у которых чрезмерно развита способность накапливать пищу в зобу.

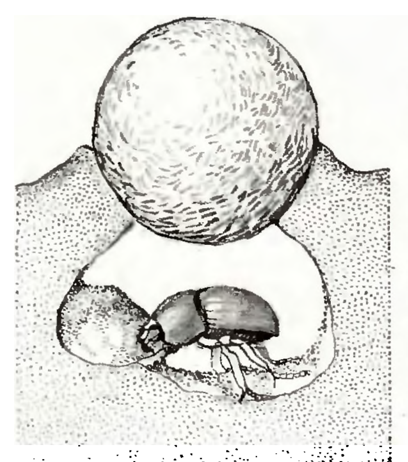
Такие особи, служащие живыми сосудами, уже не способны ни к какой другой деятельности. Они висят на потолке кладовой, а если сорвутся, то забраться наверх могут лишь с помощью других рабочих. В голодное время муравьи-бочки по капелькам «выдают» содержимое своего зоба другим обитателям гнезда. Подсчитано, что одна такая «бочка» может прокормить в течение двух недель сотню муравьев. Подобный способ переживания неблагоприятного времени особенно выгоден в жарком сухом климате, вот почему медовые муравьи встречаются в степях, полупустынях и пустынях.

Далеко не все виды муравьев засушливых областей устраивают медовые склады. Некоторые собирают семена и приносят их в свои подземные хранилища. Различают две группы собирателей се-

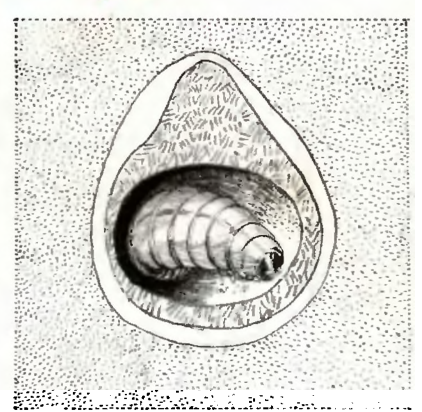


Забота о потомстве у жука-скарабея (схематично):
а Самка жука нашла кучу коровьего навоза и начинает формовать из него шар.
б Широкая переднеспинка служит ей лопатой.
в Главную роль играют длинные изогнутые задние ноги, которыми жук долго оглаживает комочек навоза, придавая ему шаровидную форму.
г Задним ходом катит жук свой шар, чтобы закопать в подходящем месте.
д, е Примерно на глубине 30 см под шаром самка выкапывает просторную, хорошо вентилируемую гнездовую камеру. Здесь она переделывает шар в «грушу» и откладывает в верхний ее конец яйцо.
ж Личинка выедает грушу изнутри. Позднее она здесь же окукливается.











Кладовая с «медовыми бочками» американского медового муравья *Myrmecocystus.* Рабочие муравьи передают сладкий сок этим «живым складам». В некоторых областях Америки и Азии медовые муравьи служат лакомством для местного населения.

мян: одних привлекают определенные жировые или белковые компоненты, других — резервные вещества семени. К последним относятся обитающие в Евразии муравьи-жнецы (*Messor*) и североамериканские муравьи-жнецы (*Pogonomyrmex*). По длинным дорогам расходятся они в поисках семян. Семья мессоров может за день затащить под землю до 20 000 зерен злаков. Не удивительно, что в подземных кладовых исчезает значительная часть урожая зерновых. Гнезда этих муравьев уходят подчас на глубину до трех и более метров; в них находится много камер-кладовых, заполненных зерном. Эти склады пищи были известны уже в древности. В древнееврейском законодательстве есть даже определение, кого считать владельцем такого зернохранилища. Именно о муравьях-жнецах говорил, кстати, царь Соломон, когда ставил усердие муравьев в пример своим подданным.

Принесенные животными семена складываются в верхних галереях гнезда и постепенно перерабатываются: рабочие муравьи часами жуют зерна, благодаря чему крахмал превращается в сахар. Так получается «муравьиный хлеб», которым сразу или после длительного хранения питаются взрослые муравьи и их личинки. Подгнившие и начинающие плесневеть зерна выбрасываются на мусорную кучу перед гнездом. В период активной заготовки семян иногда и свежие семена оказываются брошенными у входа. Смоченные дождем, они прорастают. Такие «муравьиные сады» долгое время ошибочно считались результатом хозяйственной деятельности насекомых, а они как раз свидетельствуют о «бесхозяйственности» усердных собирателей, потерявших или случайно выбросивших часть свежих зерен. О настоящем растениеводстве, точнее, о разведении грибов, мы поговорим чуть позже.

Грибные сады и животноводческие фермы

Некоторые виды муравьев и термитов вместо того, чтобы собирать запасы, выращивают пищу в специальных камерах внутри жилой колонии или вне ее. О путях возникновения этой формы поведения мы еще будем говорить подробно, пока же нас интересуют лишь «сельскохозяйственные постройки» и их строители.

«Грибоводы»

В первую очередь грибоводами следует назвать южноамериканских муравьев-листорезов (Attinae). От подземного гнезда листорезов во все стороны расходятся дороги, по ним муравьи добираются до стоящих вблизи деревьев. За несколько часов муравьи могут полностью оголить дерево. Они вырезают челюстями кусочки листьев и несут их в гнездо. Также охотно они нападают и на плодовые деревья, чем вызывают дружную ненависть садоводов, а в Бразилии даже объявлены государственным врагом номер один.

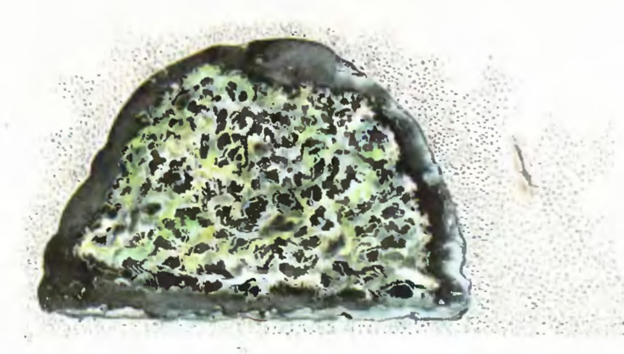
Принесенные в гнездо кусочки листьев муравьи не съедают, как думали раньше, а лишь измельчают, смачивают слюной и «удобряют» своими экскрементами, приготавливая таким путем питательную среду

для выращивания грибов. В гнезде у листорезов сооружены специальные просторные камеры-теплицы. В этих камерах, достигающих почти метровой длины и тридцати сантиметров в сечении, сохраняются довольно высокая температура и постоянная влажность воздуха, необходимые для развития грибного мицелия и муравьиного потомства тоже. Самки-рабочие обкусывают кончики грибных нитей, что препятствует развитию плодовых тел гриба и приводит к образованию булавовидных утолщений (их называют амброзией или менее поэтично — кольраби), которые муравьи едят сами и скармливают личинкам. Оставленная культура гриба — лишенная заботливого ухода и особого секрета муравьиных желез, подавляющего рост бактерий и «сорных» грибов, — дичает за день. В заброшенных участках гнезда на таких неухоженных грядках гриб начинает образовывать плодовые тела. Оказалось, что муравьиные грибы относятся к базидиомицетам, то есть родственны нашим съедобным шляпочным грибам.

Для успешной закладки нового гнезда каждая молодая самка в свой брачный полет прихватывает в специальном кармане ротовой полости кусочек грибницы из материнской колонии. Таким путем «культурный» штамм гриба передается от поколения к поколению.

Не все муравьи, разводящие грибы, относятся к листорезам. Некоторые виды родов *Apterostigma*, *Cyphomyrmex* и другие используют в качестве субстрата кусочки древесины, и прежде всего экскременты древоточцев. Собственные экскременты как питательную среду для грибов применяют некоторые африканские и азиатские термиты. Термиты не явля-

Выращивание муравьями грибов.
Вверху: муравьи-листорезы *Atta sexdens* срезают и перетаскивают фрагменты листьев.
В центре: схема подземного гнезда с камерами для выращивания грибов.
Внизу: вскрытая грибная камера с рыхлой питательной средой из размельченных тканей листьев, рядом сильно увеличенная грибница. Булавовидными расширениями кончиков грибных гиф питается население муравейника, получая из них также ферменты, необходимые для переваривания растительной пищи.



...ются близкими родственниками муравьев и пришли к такой же сложной «хозяйственной деятельности» совершенно независимо. Устройство грибных камер, способ культивирования грибов и их значение в питании сообщества термитов близки к тому, что мы видели у муравьев. Разводящие грибы тропические муравьи и термиты многим читателям известны хотя бы понаслышке. А ведь подобные умельцы живут и рядом с нами, причем в их существовании легко убедиться самому.

При колке дров или разделке упавшего дерева обратите внимание на попадающиеся внутри ствола прямые ходы с маленькими черноватыми ответвлениями. В коротких боковых ходах растут личинки ряда жуков-древесинников. Сравнивая эти коротенькие ходы с длинными личиночными ходами живущих в коре видов (см. с. 61), становится понятно, что о питании древесиной здесь и речи не может быть (для этого ходы должны быть значительно длиннее). Ответ даст нам черноватый налет на стенках ходов. Темная окраска появляется благодаря сплетению грибных нитей, которыми и питаются личинки. Таким образом, черные ходы в древесине можно рассматривать как комбинированные гнездовые и грибные камеры.

Подобно муравьям, молодая самка древесинника уносит в специальном органе культуру гриба из родного гнезда и заражает ею стенки выгрызаемого гнездового хода. Для создания грибам наиболее благоприятных условий она удаляет из ходов опилки и даже, по некоторым сообщениям, регулирует влажность, открывая и закрывая входное отверстие. Эти хлопоты продолжаются до тех пор, пока из куколок не выйдут жуки.

Фермы муравьев

Лишь очень немногие виды муравьев, подобно листорезам, — чистые вегетарианцы. Большинство предпочитает смешанную диету, а их любимое лакомство — сладкие растительные соки. Однако добыть самостоятельно сахаристую жидкость муравьям удается крайне редко, обычно они прибегают к посредничеству тлей, сосущих соки растений. Растительные соки богаты углеводами, но бедны белками. Животным же для роста и развития требуется определенное количество белков, поэтому тли вынуждены потреблять значительно больше сока, чем нужно для удовлетворения их энергетических потребностей.

Гнездовые камеры древесинников, разводящих грибы.
Слева: горизонтальная система ходов древесинника *Xyleborus*. Не показанные здесь личиночные ходы отходят от маточного вверх или вниз.
Справа: расположенные в разных плоскостях вильчатые ходы непарного древесинника (*Anisandrus dispar*). От маточного хода, словно ступеньки лестницы, расходятся личиночные. Личинки питаются мицелием гриба, который окрашивает стенки ходов в черный цвет.





Излишки углеводов они выделяют в виде сладкой «медвяной росы», или пади. Муравьи слизывают падь с растений, а то и получают прямо от тли: щекоча ее брюшко усиками, они заставляют тлю выделить каплю сахаристых экскрементов. Вот почему тлей называют «дойными коровами» муравьев. Доить тлей муравьи приспособились очень давно; в янтаре, дошедшем до нас с раннетретичного времени, попадаются муравьи вместе со «своими» тлями. Семьи муравьев могут даже какое-то время жить исключительно за счет медвяной росы.

Но и тли получают за это определенное вознаграждение. Несмотря на то что муравьи охотно съедят любое, тем более столь «нежное» насекомое, тлей они не трогают. Они убирают за тлями их липкие экскременты, поддерживая таким образом чистоту, пытаются защищать свою «скотину» от хищников и паразитов. Мало того, некоторые виды даже строят для своих «дойных коровушек» стойла. Так, садовые муравьи (*Lasius*) окружают скопление тлей на молодом побеге растения чехлом, слепленным из комочков земли. Остробрюхие муравьи (*Crematogaster*) используют для постройки «хлева» картонную массу, а некоторые другие муравьи — древесные опилки или даже части живых растений. Поразительный пример такого рода — южноазиатские муравьи-портные (см. с. 178), сооружающие помимо основного (жилого) еще и вспомогательные гнезда из листьев, в которых живут дающие им драгоценный сахар тли.

Для корневых тлей муравьи прокладывают удобные ходы, а места скопления «коровенок» накрывают земляными крышами. Особенно тесен симбиоз с тлями у южноамериканских муравьев рода *Acropyga*. Вылетающие в брачный полет молодые самки несут в челюстях тоже молодую, но уже оплодотворенную самку тли (живое приданое — главная забота при основании новой колонии). В этом просматривается явная параллель с поведением молодых самок муравьев-листорезов и жуков-грибоводов.

Мастерские, столовые и самодельные колодцы

Теперь речь пойдет о довольно редко встречающихся сооружениях, которые в комплексе с пищевым поведением позволяют животным освоить новые источники корма.

Такого рода устройство большого пестрого дятла (*Dendrocopos major*) обычно называют «кузницей». В подходящую щель или трещину на дереве он засовывает шишку или орех с твердой скорлупой, а затем, усердно долбя клювом, извлекает питательные семена. Правда, это еще не строительная деятельность. Она ограничивается расширением существующей щели, и лишь иногда дятел выдалбливает нужную полость для таких крупных объектов, как еловые



Муравьи сооружают для колонии тлей «хлев» из комочков земли и размельченных частей растений (кусочек чехла срезан).
Регулярно приходят они сюда «подоить» свою «скотину» (внизу).

шишки. Удачные кузницы используются нередко по много лет, и тогда под деревом скапливаются сотни разбитых шишек, указывая на расположенную наверху мастерскую.

Постоянные места для еды имеют многие животные, но крайне редко при этом встречаются какие-либо специальные постройки. Более всего они необходимы для некоторых живущих у воды грызунов. Так, в зарослях осоки или камыша, окаймляющих берега рек и озер, можно обнаружить аккуратные, иногда весьма объемистые кучки стеблей, на первый взгляд похожие на гнезда, — это «кормовые столики» ондатры, водяной полевки (водяной крысы) или нутрии. Они состоят в основном из остатков пищи, брошенных грызунами на месте кормежки. И о строительстве можно говорить лишь в тех случаях, когда сломанные или подгрызенные стебли устилают проложенную у самой воды тропу и позволяют сходить пообедать, не замочив лапок. А все, что лежит сверху, строго говоря, лишь куча отбросов.

Помимо твердой пищи большинству животных нужна вода. Они ее просто пьют, получают вместе с пищей или через кожу. Если случается долгая засуха, для многих животных наступают тяжелые времена. Порой единственная возможность не погибнуть от жажды — докопаться до воды. Это умеют делать разные животные, в том числе африканский слон.

Когда в сухой сезон в восточноафриканских саваннах пересыхают реки и озера, вооруженные бивнями гиганты обычно переселяются во влажные горные леса. Если же засуха захватывает врасплох, слоны, работая передними ногами и бивнями, чуя ушедшую в землю воду, выкапывают в высохшем русле реки глубокие ямы, на дне которых скапливается мутная жижа. Спасительные колодцы слонов выручают и многих других обитателей саванн.

Надо сказать, что самые глубокие колодцы роют не пятитонные громадины, а весящие какие-то доли грамма термиты. Термитам с их нежными покровами необходима высокая влажность в жилищах (у *Macrotermes* она должна быть между 89 и 99%). Много воды требуется им также для питания, для приготовления «цементного раствора» и для других целей. Свои потребности во влаге термиты обеспечивают за счет грунтовой воды, для чего в засушливых местах им приходится строить очень глубокие «шахты».



Кузница дятла.
Чтобы достать семена из шишки, большой пестрый дятел забивает ее в подходящую естественную щель или выдалбливает для этой цели специальное углубление.

Дороги животных

Дороги служат для передвижения. Однако перемещения в пространстве сопровождают самые различные формы поведения, так что приписывать дорогам животных какую-либо определенную функцию обычно нельзя. В природе, правда, большинство из них возникает в связи с пищевым поведением, поэтому вполне уместно обсудить их в этой главе.

Говоря о путях-дорогах животных, можно объединить столь различные явления, как звериные тропы и тропки мелких зверьков, дороги муравьев и термитов, а также пролетные пути птиц и маршруты дальних миграций рыб и насекомых. Если видимых структурных изменений при этом нельзя обнаружить, строительная деятельность заведомо исключается. Иное дело, когда мы сталкиваемся с глубоко выбитыми звериными тропами или с искусно построенными крытыми галереями и переходами некоторых муравьев и термитов. Ограничимся именно такого рода примерами, четко различая дороги, возникшие просто благодаря их постоянному использованию, и пути сообщения, появившиеся и поддерживающиеся хотя бы частично благодаря специальной строительной деятельности.

Тропы

Даже близкие к природе люди нередко думают, что дикие животные, пользуясь неограниченной свободой, бродят где им вздумается. Однако, если присмотреться к жизни таких лесных обитателей, как заяц или косуля, нетрудно убедиться в обратном. Нахоженные звериные тропы, особенно в снежную зиму, разглядит и профан. А острый глаз охотника приметит тропу зверя даже по нескольким перевернутым сухим листьям на земле и примятым травинкам, с которых сбиты капельки росы, или по легким царапинкам от когтей на коре дерева. Тропы зверей — хроника их перемещений с места на место. Обнаружив такие постоянные пути-дороги, мы вынуждены усомниться в «безграничной свободе» тех, кто ими пользуется. И будем правы, так как многие животные постоянно либо на протяжении какого-то времени держатся на одном месте или по крайней мере на совершенно определенной территории. Это особенно характерно для позвоночных животных, в том числе млекопитающих. На такой территории, занятой одиночкой или группой, обычно имеются места для сна и отдыха, для кормежки, а также места, где животные испражняются или другим способом метят свою территорию. Здесь могут встречаться выходы соли, места, пригодные для купания, водопоя или грязевой ванны. Все эти фиксированные точки регулярно посещаются. Кроме того, существуют и дорожки напрямик, по которым хозяин территории стремительно убегает в случае опасности. Раз проложенного пути с завидным постоянством придерживаются и последующие поколения, несмотря на то что со временем обстоятельства меняются и стоявшие прежде на пути препятствия, например колючие заросли или завалы деревьев, могут исчезнуть.

Благодаря постоянному использованию почва на тропах уплотняется, растительность исчезает. Чем тяжелее хозяин тропы, тем глубже врезается она в землю. Индийские панцирные носороги, например, протаптывают траншеи до полуметра глубиной. Образуется система главных и второстепенных путей с «дорожными знаками» в виде куч помета в местах ответвлений. Вообще пахучая маркировка троп широко распространена. Так, бобры сооружают вдоль своих дорог специальные холмики из ила и веток (около 30 см в диаметре и 20 см в высоту), на которых оставляют пахучие метки — выделения особых желез.

Иначе выглядели, должно быть, тропы древних людей — не столь глубоко пробитые, без пахучих сигналов. Какими они были, можно представить, не только познакомившись с жизнью людей каменного века из австралийского буша или из бразильского тропического девственного леса, — достаточно взглянуть на тропинки, уродующие наши газоны и лужайки в городских парках. Правда, их утрамбованность определяется не столько массой тела, сколько числом индивидуумов, пользующихся ими. Еще в большей мере это относится к миграционным путям крупных копытных.

В далекие странствия вынуждены пускаться многие животные — чтобы спастись от засухи или от голодной зимы. Некоторые при этом пользуются совершенно определенными путями. Эти пути «дальнего следования» в противоположность местным «проселкам» выходят далеко за пределы индивидуальных территорий животных. Миграционные пути североамериканских бизонов и некоторых африканских копытных могут тянуться на сотни километров. Разумеется, эти удобные для движения дороги используются и другими животными. Не представляет исключения и человек. Вполне вероятно, что многие древние его дороги возникли на месте звериных троп, ведь проникнуть в непроходимые лесные дебри часто было возможно только по следам зверей. В горных районах Индии еще совсем недавно дороги строили на месте слоновьих троп. Железную дорогу через американский «Дикий Запад» на больших отрезках прокладывали вдоль бизоньих троп, которые всегда вели через горы и ущелья наиболее выгодным образом, в частности с минимальным подъемом. И наоборот, многие животные используют для передвижения проезжие дороги, проложенные человеком.

Дорожное строительство

Тропы описанного выше типа еще не представляют собой настоящей строительной деятельности. Они скорее побочный продукт двигательной активности животных. Существует, однако, немало животных, которые в этом отношении находятся на более высоком уровне, поскольку улучшают свои дороги с помощью определенных действий. Первым шагом в этом направлении будет удаление с дороги препятствий: эпифитов (поселяющихся на деревьях растений), от которых живущие на деревьях обезьяны освобождают свои «воздушные» пути, корней, мешающих сплавным работам бобров; но в большинстве случаев речь идет об удалении мешающей наземной растительности. Особое усердие проявляют грызуны. Многие полевки, например, срезают стебли непосредственно у земли, так что в густой траве образуется сеть туннелей. Часть стебельков зверьки используют при строительстве гнезда, остальное съедают или просто отбрасывают в сторону. Туннели в траве дополняют систему подземных ходов и позволяют искать корм на поверхности скрытно от вражеских глаз. Хомяки и зайцы тоже проедают проходы в траве, известные в народе как «ведьмины тропы» или «чертовы покосы».

Самое грандиозное дорожное строительство ведут, бесспорно, муравьи и термиты. В простейшем случае и они лишь убирают с дороги препятствия. У всем известного рыжего лесного муравья такие дороги, кстати, ведут от муравейника к местам сбора пищи. Иные виды так интенсивно убирают с дороги все лишнее, что она погружается в почву. Получается траншея, которую можно перекрыть сверху комочками земли — вот и готова искусственная галерея.

Приведенными примерами далеко не исчерпывается все многообразие троп и дорог животных. Различны и их функции. Главная, как уже упоминалось, — облегчить добывание пищи. К этому следует добавить освоение новых мест кормежки, пути транспортировки корма от постоянных источников пищи, например дороги к колониям тлей или «воровские дорожки» к чужим пищевым запасам и гнездам. У собирателей семян и грибоводов различаются транзитные и кормовые дороги. У муравьев-листорезов кормовые дороги, по которым они стаскивают срезанные кусочки листьев, могут тянуться на 800 м! В непосредственной близости от гнезда эти дороги идут под землей. У *Atta sexdens*, например, подземные туннели приводят прямо к кормовым деревьям, находящимся на расстоянии до 200 м от гнезда. Поверхностные дороги муравьи этого вида тщательно очищают от всякой растительности, прокладывая подчас в густой траве проходы в 5—7 см шириной и затрачивая на эту работу очень много сил и времени. Слишком крупные препятствия они вынуждены обходить, мелкие убирают в сторону, так что старая







Муравьиные дороги.
На откосах муравьи-листорезы долго и усердно выбирают частички почвы, пока не образуется горизонтальная терраса.
На ровном месте многие виды прокапывают глубокие траншеи, окаймленные отвалами вынутой земли.
В центре: системы подземных ходов сообщения муравья-листореза *Atta sexdens* (нарисованная по металлической отливке).
Внизу: «воровские» ходы муравья-вора (*Solenopsis*) между двумя более крупными ходами муравья-хозяина. Они так узки, что хозяева не могут преследовать хищника, таскающего у них яйца и мелких личинок.

дорога выглядит гладкой и утрамбованной. На довольно крутых склонах муравьи расширяют дорогу, выбирая и отбрасывая грунт в сторону понижения рельефа, пока не получится совершенно ровная терраса, как на горных дорогах, проложенных человеком.

Некоторые виды муравьев-листорезов (*Acromyrmex*) накрывают заглубленные в почву кормовые дороги земляной крышей подобно тому, как это делают муравьи, собирающие медвяную росу. Владельцы «стад» тлей быстро и безопасно попадают к своим поставщикам драгоценного сахара: сеть их путей сообщения с главной и второстепенными магистралями обычно представлена глубокими бороздками с отвалами земли по краям, местами эти бороздки накрыты земляными крышами. Если посидеть у таких траншеек садового (род *Lasius*) или лугового (*Formica pratensis*) муравья, можно насчитать множество бегущих непрерывным потоком в обе стороны насекомых. Движение это прекращается лишь в непогоду. У названных муравьев на дорогах иногда имеются места отдыха (простые «павильоны» или вспомогательные гнезда), где рабочие муравьи могут переждать ночь, дождь или внезапное похолодание.

Дороги буровато-желтого муравья-вора (*Solenopsis fugax*) из более теплых районов Центральной Европы можно рассматривать как разновидность кормовых дорог. Этот муравей питается в основном яйцами и личинками других, более крупных муравьев. Прямо к гнездовым камерам соседей ведут его узкие ходы, по которым хозяева не могут преследовать маленьких разбойников.

Воровские ходы связывают гнезда разных видов муравьев и явно служат для добывания пищи. Существуют и постоянные связи между гнездами одного вида, объединенными в одну колонию. Эти дороги предназначены не для сбора корма, поэтому мы подробно о них говорить не будем.

Не менее многообразно представлено дорожное строительство у совсем другой группы насекомых — термитов. Особенно интересны примеры конвергентных образований. Как и у муравьев, у термитов имеются дороги разного назначения, которые в подавляющем большинстве расположены под землей, на поверхности имеют вид крытых галерей из картонной массы, экскрементов и частичек почвы. По сравнению с муравьями строительная деятельность термитов достигла в ходе эволюции еще большего совершенства.



Термиты (*Eutermes*) восстанавливают поврежденную галерею. «Носатые» солдаты выстроились вокруг пролома, указывая, вероятно, направление строительных работ. Рабочие, всегда оставаясь под защитой галереи, лепят недостающие части стен из комочков земли, смешанной со слюной (схематично).

Беседки любви и свадебные подарки
Строительная деятельность в брачном поведении

Успешное размножение — основа существования любого вида. У наземных животных слиянию половых клеток (яйцеклетки и сперматозоида) предшествует выполнение довольно сложной программы действий: половые партнеры должны встретиться в определенное время, распознать и признать друг друга, согласовать свое поведение, и лишь конечным результатом будет слияние половых продуктов. Не удивительно, что для решения этой программы в процессе эволюции выработалось множество сложных форм брачного поведения. Самые известные примеры — пение птиц, лягушек и сверчков, демонстрация красочных нарядов и особых движений в брачных играх и танцах многих млекопитающих, птиц и рыб. Нередко при этом в поведении животных можно заметить элементы строительной деятельности. Так, многие астрильды, или вьюрковые ткачики, токуют со стебельком в клюве, некоторые птицы имитируют строительство гнезда или преподносят партнеру строительный материал. В этих случаях мы имеем дело с крайне стилизованными формами поведения, изменившими первоначальную утилитарную функцию на сигнальную. Подобные явления, довольно часто наблюдаемые, этологи называют ритуализацией. Но поскольку в результате таких чисто символических действий ничего материального не создается, нам придется отказаться от подробного рассмотрения этого интересного вопроса. Примеров настоящей строительной деятельности животных, связанной с размножением, вполне достаточно.

Конструкции такого рода в противоположность неприметным, а то и тщательно замаскированным ловушкам, «детским комнатам» и жилым постройкам нарочито бросаются в глаза, поскольку служат сигнальными структурами, помогающими встрече половых партнеров. Пожалуй, самый показательный пример столь расточительных затрат — «беседки любви» у шалашников, или беседковых птиц. Самки некоторых животных отличаются каннибальскими наклонностями, в этом случае определенные конструкции («свадебные подарки») должны не только привести агрессивную партнершу в состояние готовности к спариванию, но и отвлечь ее внимание от самого «жениха».

Яркая иллюстрация — поведение пауков-охотников и мух из семейства толкунчиков. Малозаметные, но тоже интересные конструкции «изобрели» некоторые животные специально для передачи половых продуктов. Этими эволюционно очень древними вспомогательными конструкциями, связанными с брачным поведением, мы и займемся в первую очередь.

Вспомогательные конструкции для передачи половых клеток

У животных, обитающих в воде, колыбели жизни, и сейчас широко распространена одна из древнейших форм полового размножения: выделение половых продуктов в воду. Оплодотворение при этом часто зависит от воли случая. Так поступают многие морские беспозвоночные, а также рыбы. В жидкой среде сперматозоиды (подвижные мужские половые клетки) долго сохраняют жизнеспособность, а их огромное количество способствует надежности оплодотворения. Совершенно иначе все происходит на суше. Здесь сперматозоидам угрожает быстрое высыхание и потеря способности к оплодотворению. Поэтому с переходом к наземной жизни были необходимы радикальные изменения в биологии размножения. Многие членистоногие (Arthropoda) решили эту проблему, выделяя семя не просто в виде жидкости, а «упаковывая» его порциями в специальные, нередко сложно устроенные оболочки (сперматофоры). Передача сперматофора обычно осуществляется через копуляцию, тесный телесный контакт партнеров. Такая прямая передача семени от организма к организму представляет, несомненно, лучшее решение проблемы, но оно почему-то еще «не удалось» целому ряду членистоногих. У них развились удивительные формы поведения и — что особенно интересно — вспомогательные механизмы, гарантирующие пространственную и временнýю координацию передачи семени.

Простейший случай (еще без вспомогательных конструкций) мы встретим у мелких почвенных обитателей, таких, как первичнобескрылые насекомые и почвенные клещи. Самцы этих видов откладывают снабженные стебельками сперматофоры на субстрат, и этим их участие в размножении ограничивается. Вероятность того, что созревшая самка обнаружит оставленный где попало мешочек с семенем, весьма мала, поэтому число сперматофоров должно быть велико. Более надежный способ с «наведением» самки на половые продукты самца обнаружен у четырехмиллиметрового европейского обыкновенного кистехвоста (*Polyxenus lagurus*), представи-

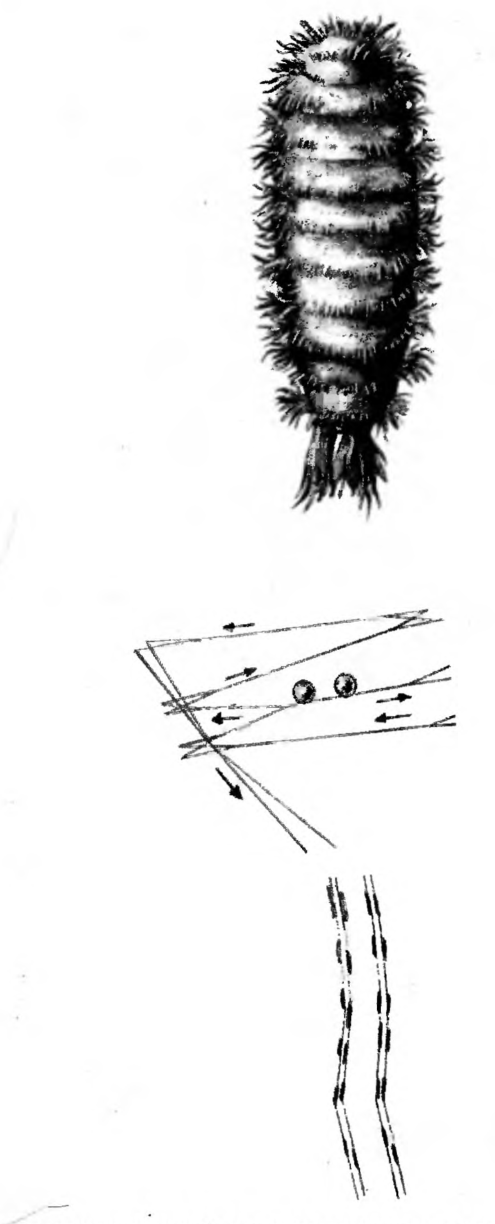
теля очень древней группы членистоногих — кистевиков, относящихся к классу двупарноногих многоножек, или диплопод.

Брачное поведение *Polyxenus* до недавнего времени было неизвестно прежде всего потому, что в северных широтах он размножается партеногенетически, то есть без оплодотворения, и в природе встречаются практически одни только самки. В 1954 году на острове Силт случайно обнаружили двуполую популяцию, на которой удалось изучить биологию размножения этих животных. Прежде на основании морфологических особенностей половой системы кистевиков предполагали, что они «нормально» копулируют, однако наблюдения показали отсутствие контакта между партнерами, а то, что прежде принимали за совокупительный орган самца, на деле оказалось паутинным грифельком.

Половозрелые самцы *Polyxenus* отыскивают небольшие углубления почвы и зигзагообразно заплетают их паутиной, выделяемой паутинными железами, расположенными в основании второй пары ног. На паутинку они выпускают две блестящие капельки семенной жидкости. Покончив с этим делом, самец поворачивается и, выдавливая из железистых карманов восьмой или девятой пары ножек две толстые струйки секрета, отползает в сторону примерно на 1,5 см. Функция слизистой дорожки становится очевидной, как только рядом оказывается зрелая самка. Наткнувшись на двойную нить дорожки, она сразу оживляется и, усердно работая усиками, двигается вдоль нее. Если повезет и самка пойдет в нужную сторону, она найдет зигзагообразную паутинку. Итак, самка получила сигнал быть наготове к восприятию семени; сигнал стимулирует ее поисковые движения, которые, как правило, приводят к успеху.

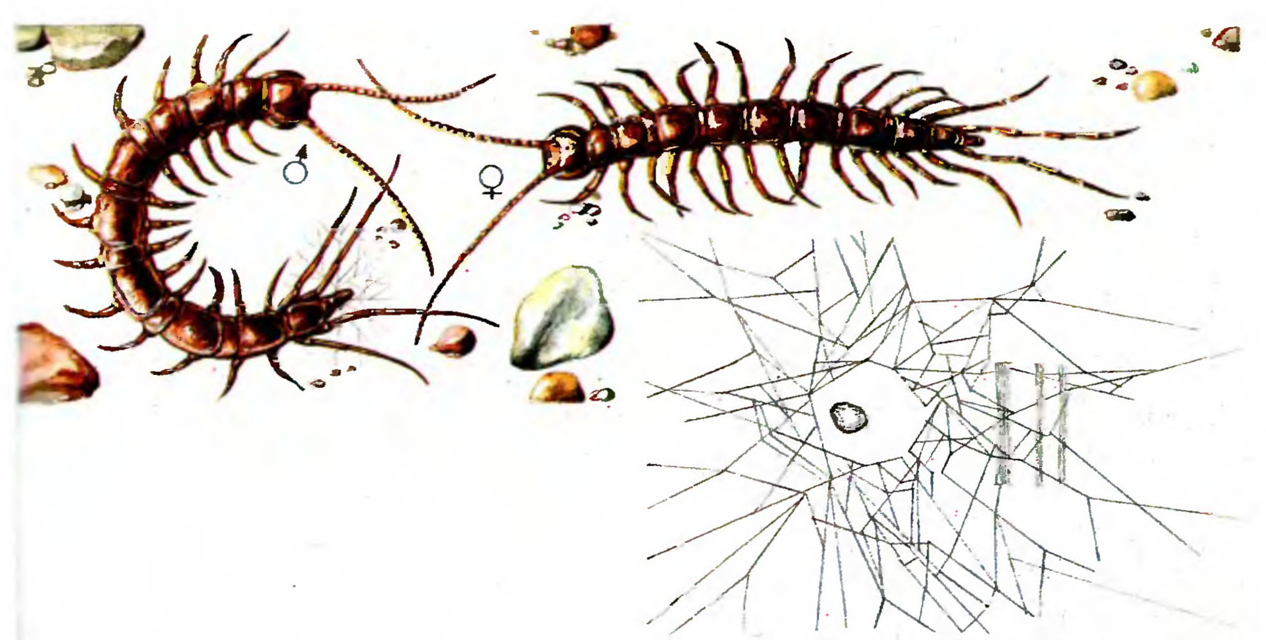
Несомненно, двойной след нужно рассматривать как направляющий со стоп-сигналом на конце: он возбуждает и ведет самку, которая без этого сигнального устройства не обратит внимания на сперматофоры, даже «споткнувшись« о них!

Интересно отношение самцов *Polyxenus* к собственным сперматофорам. Они также спешат вдоль сигнальной дорожки в поисках капелек, а найдя, тотчас съедают их. Затем в том же месте опять сплетают паутинку и помещают на ней две новые капельки семени. Со временем возникает целая система сигнальных дорожек. Биологический смысл такого поведения очевиден: во-первых, улучшение сигнального механизма, во-вторых, обновление спермы.



Четырехмиллиметровый кистехвост плетет зигзагообразную паутину, на которую помещает две капли семенной жидкости. Стрелками показано движение самца. Внизу изображен очень короткий участок сигнальной дорожки, ведущей самку к капелькам спермы. (Паутина больше увеличена, чем само животное.)

Контакта между «партнерами» у кистевиков не обнаружено, и самка найдет далеко не каждую сигнальную дорожку. У многих других диплопод уже существует кратковременное образование пар, повышающее вероятность оплодотворения. У самцов этих видов нет копулятивных органов, нет и никаких приспособлений для удержания самки, зато имеются вспомогательные конструкции для переноса гамет. Обычные в рыхлой почве костянки (отряд класса многоножек) рода *Lithobius* в сезон размножения образуют пары. Встретившись, партнеры около часа ощупывают друг друга усиками, а затем начинается «свадебный марш», во время которого самец то и дело забегает вперед, поджидает партнершу, вновь убегает и т. д. Наконец он останавливается и сплетает на почве неправильной формы паутинную сеть, на которую помещает покрытый оболочкой сперматофор. В нескольких миллиметрах позади самец проводит



Пара костянок во время «свадебного марша». Самец (♂) поворачивается и усиками подает самке (♀) знак следовать за ним. Под задним концом тела самца заметна паутина.
Справа: паутина со сперматофором (сильно увеличена). Три поперечные полоски — сигнал остановки для самки.

из слизистых полосок — сигнал остановки для самки. Проделав все это, он оборачивается к поджидающей самке и касается ее усиков своими: подает ей сигнал двигаться вперед. Как только самка оказывается над паутиной, она останавливается и подхватывает сперматофор гоноподами (половыми ногами). Вся церемония может длиться более трех часов.

Некоторые ученые предполагают, что исходно пауки также откладывали сперматофор на землю, а затем его подбирала самка. Впоследствии, в процессе эволюции, из этого способа оплодотворения развился иной: самцы сами переносят сперму преобразованными в копулятивные органы щупальцами педипальп (ротовых конечностей), используя при этом в отличие от большинства животных специальные вспомогательные конструкции. Одну из них обязаны сооружать самцы пауков, готовясь к спариванию. Прежде чем приблизиться к самке, самец сплетает маленькую паутинную сеточку, на которую помещает сперматофор, погружает в него щупальца педипальп и заполняет их семенной жидкостью, используя механизм, подобный насосу, с помощью которого мы набираем чернила в авторучку. Только теперь самец может перенести выделенное им семя в оплодотворительные каналы самки. Перед каждым последующим спариванием весь процесс повторяется.

Самцы некоторых видов применяют более сложные паутинные конструкции. В то время как большинство половозрелых самцов ведут бродячую жизнь, самцы воронковых пауков и линифий поселяются на сетях, построенных самками их вида. Они живут вместе с однажды выбранной подругой довольно долгое время, питаясь дарами ее ловчей паутины. Перед спариванием некоторые из них, например *Ostearius melanopygius*, ведут себя совершенно удивительным образом. Внутри сети приютившей его самки паук сплетает особую, «брачную», сеть, служащую исключительно для спаривания. Подобные конструкции в мире животных крайне редки, пожалуй, мы встретим их еще только у ряда птиц, например у чомги и серощекой поганки, специально для этого сооружающих маленькие плавучие островки из водных растений.

Вернемся, однако, к брачному поведению пауков. «Известный факт», что самки пауков съедают самцов после спаривания, вовсе не является правилом. Супружеский каннибализм имеет место, но куда чаще половые партнеры расстаются мирно. Если же самец после спаривания погибает естественной смертью (бывает, что так ему на роду написано), тогда его «вдова» не откажется от дарового угощения. Самцы пауков обычно намного мельче самок, что помогает им расселяться на легких паутинных нитях с помощью ветра. Да и вообще бо́льшая подвижность просто необходима жениху, которого могут принять за желанную добычу. Чтобы избежать печальной судьбы быть съеденным куда более мощной партнершей и привести ее в благоприятное расположение духа, пауки пускаются на всякие ухищрения. Немалую роль при этом играют и специальные сооружения.

Самцы крестовиков узнают о присутствии готовой к спариванию самки, едва коснувшись кончиком

ноги одной из нитей ее сети. На сети неполовозрелых самок своего вида, а также готовых к спариванию «чужих» самок они не реагируют. Итак, паутина созревшей самки найдена, но самое трудное еще впереди. Чтобы известить о себе, самец, натянув определенным образом сигнальную нить, подергивает ее, причем колебания нити четко отличаются от тех, что вызваны бьющейся жертвой. Если притязания жениха встречены благосклонно, самка сообщает об этом ритмическим постукиванием передними ногами. Затем она приближается к самцу, как правило, по той же сигнальной нити и повисает перед ним в характерной позе.

Разумеется, вариантов подобного поведения, в той или иной степени отличающихся от описанного, много, но они всегда нацелены на переключение самки с охотничьего настроя на сексуальный и на усиление последнего. При этом самцы некоторых видов перед спариванием обязательно преподносят партнерше «свадебный подарок».

Какая свадьба без подарка!

Встречающиеся в наших широтах бродячие пауки-охотники, например *Pisaura mirabilis*, возбуждают интерес исследователя не мастерством плетения (они совсем не плетут сетей), а уникальными особенностями брачного поведения. В мае, звенящем песнями птиц и возбуждающем любовное томление многих существ, отправляется на поиски подруги и самец *Pisaura*. Пересекая след самки, он сразу узнает об этом при помощи расположенных на ногах хемотактильных органов. Тут же самец ловит муху, однако вовсе не затем, чтобы подкрепиться перед затеваемым им опасным предприятием (хотя, быть может, это его последний обед!). Нет, он и не пытается ее высосать, а оплетает паутиной, пока не получится белый шар. Паук вертит задними ногами вокруг мухи, пока она не исчезнет под шелковой оболочкой, — это не пищевое, а брачное поведение. «Вооружившись» таким образом, он отваживается приблизиться к самке. Встав прямо перед ней и подняв вверх передние ноги, а задние далеко отставив назад, он протягивает ей зажатый в хелицерах (ротовых конечностях) сверкающий белый кокон.

Самка медленно приближается, внезапно вонзает в муху — не в самца! — коготки и начинает ее высасывать. Благоприятный момент и примерно час после него использует жених, успевающий поочередно ввести заполненные спермой вздутия на концах педипальп в оплодотворительные каналы самки.

Случается, что самец предлагает самке уже высосанную муху: самцы некоторых видов воруют мух для свадебного подарка из сети своей избранницы! Конечно, всерьез говорить о «плутовстве», очеловечивая пауков, ни в коем случае нельзя, хотя бывает и так, что жених забирает потом свой подарок обратно.



Свадебные подарки толкунчиков.
Вверху: самый простой и древний — спаривание происходит в то время, когда самка высасывает поднесенную ей самцом добычу.
Внизу: высшая степень ритуализации, наблюдаемая у некоторых видов, — самцы исполняют брачный танец с пустым паутинным баллоном в лапках, обходясь без какого-либо подношения самке.

Ритуализация исходно пищевого поведения в целях сексуальной сигнализации широко распространена в животном мире и зачастую — как мы только что видели — утрачивает свое истинное содержание: пищевой объект превращается в элемент сигнальной системы для привлечения полового партнера. Вот почему для наших пауков-охотников не столь важно,

получит самка свежепойманную добычу или сухую мумию. Решающим в этом случае будет именно сигнальное значение подарка.

Особенно впечатляюща подобная «подмена» у толкунчиков (Empididae), одного из семейств двукрылых насекомых. Наблюдая за разными видами толкунчиков, удается проследить отдельные этапы формирования такого ритуала.

У хищных представителей семейства самцу грозит опасность быть съеденным самкой, если она голодная, как это случаетя, к примеру, у *Empis trigramma*. Самцы *E. borealis* и *E. tesselata* избегают печальной участи, поймав предварительно добычу, которую преподносят самке. С этого начинается ряд все большей ритуализации. Самцы *E. poplita* и *Hilaria quadrivittata* оплетают свои дары паутиной (у них есть паутинные железы), так что самкам приходится повозиться с добычей. У *H. maura* подарок уже носит чисто символический характер: самец оплетает паутиной какой-нибудь заведомо несъедобный предмет, листок например. В конце ряда находится толкунчик *H. sartor*. Самцы этого вида сплетают из паутины шаровидный кокон, но дарить его они не будут: в Альпах целые стаи темных мушек с легкими серебристыми «шариками» в лапках без устали кружат в лучах теплого солнца. Такой групповой танец производит неотразимое впечатление на готовых к спариванию самок — они включаются в нескончаемый хоровод, и здесь же, на лету, происходит оплодотворение.



Зубчатоклювый шалашник расчищает участок в девственном тропическом лесу и раскладывает на нем срезанные им листья светлой стороной кверху. Увядшие, съежившиеся листья самец отбрасывает на край площадки, заменяя их свежими. Сам он поет, сидя на ветке над «сценой».

Паноптикум шалашников

Когда самцы птиц пытаются очаровать своих партнерш, одни из них исполняют звучные песни, другие демонстрируют яркое пестрое оперение или особые токовые танцы, третьи затевают «рыцарские турниры» или пытаются прельстить подруг «фигурами высшего пилотажа». В брачном поведении многих птиц важную роль играет место будущего гнезда или само гнездо. Так, дуплогнездники нередко нарочито крутятся у подходящего дупла. Крапивник строит несколько шаровидных гнезд, из которых самка потом выбирает одно. У ткачиков при выборе супруга крайне важно качество построенного им гнезда (см. с. 115). Во всех этих случаях используемые в процессе «сватовства» постройки позже служат для выведения потомства, поэтому разговор о них пойдет в соответствующей главе. Совсем иначе обстоит дело у шалашников, или беседковых птиц (Ptilonorhynchidae). Здесь мы встречаемся с уникальной особенностью: самец специально строит какое-то сооружение, «раскрашивает» и украшает его, танцует в нем или рядом — все это для привлечения самки. А для выведения потомства самка в одиночестве строит простое чашевидное гнездо нередко вдали от «беседки любви».

Самцы шалашников чаще всего окрашены скромно, несмотря на родство со знаменитыми красочными райскими птицами. В этой группе птиц многообразие и несмешивание видов достигается не путем приобретения отличительных черт оперения, а выработкой особых форм поведения, проявляющихся в сооружении украшенных танцевальных площадок и «беседок любви». Таким образом, строительные конструкции заменяют шалашникам яркое оперение.

В Австралии и на Новой Гвинее встречается около 20 видов этих удивительных птиц. Большинство из них ведут скрытую жизнь в густых лесных зарослях. Характер построек и способы их украшения различны. Пожалуй, самый бесхитростный «архитектор» — зубчатоклювый шалашник (*Scenopoeetes dentirostris*). Он расчищает в лесу площадку и устилает ее крупными листьями, черешки которых подрезает пильчатым краем клюва. Птица старательно раскладывает листья нижней светлой стороной кверху, заменяя их по мере увядания, так что вскоре

вокруг площадки образуется «бортик» из подсохших листьев. Сам строитель, надо сказать, для сольных выступлений сделанную им и заботливо убранную арену не использует, а распевает, сидя где-нибудь рядом на ветке. Как многие шалашники, он прекрасный имитатор и обогащает свой репертуар чужими песнями.

Названия «беседки» больше заслуживает постройка атласного шалашника (*Ptilonorhynchus violaceus*). Задолго до наступления периода размножения самец этой довольно крупной (величиной с голубя) подвижной птицы отыскивает в глубине влажного тропического леса Восточной Австралии свободное от подлеска место и там, на площадке примерно в квадратный метр, тщательно убирает все «лишнее». Затем он сооружает солидную платформу из беспорядочно набросанных веточек, в которую втыкает двумя параллельными рядами множество голых прутиков, так что образуется узкий коридор, вытянутый всегда в направлении с севера на юг. Перед южным входом — именно здесь днем больше всего света — птица раскладывает целую коллекцию различных ярких предметов, явно предпочитая синие и желто-зеленые, возможно, потому, что они гармонируют по цвету с сине-фиолетовым оперением взрослого самца, с его блестящими голубыми глазами и синим основанием клюва, кончик которого желто-зеленый. Красных и зеленых экспонатов в коллекциях этой птицы не бывает. Удивительное зрелище: синие и желтые цветки лежат рядом с переливающимися голубыми перьями попугаев, синеватые грибы и ягоды и тут же осколки стекла и обрывки цветной бумаги. Потерявшие вид экспонаты птица выбрасывает и заменяет новыми. Но и этого «мастеру» оказывается недостаточно — он еще окрашивает внутренние стенки беседки древесным углем или соком синих ягод. Все это необычно уже само по себе, но еще удивительнее то, что многие самцы, «рисуя», пользуются кисточками. Они берут волокнистый кусочек коры в клюв вместе с ягодой, «разминают» и используют пропитанную краской кору как инструмент — кисть или губку. Работа над беседкой начинается за несколько недель до брачного периода, не прерываясь ни на день. Ведь и беседку, и коллекцию повреждают ежедневные ливни, так что усердный строитель и декоратор постоянно возится с ремонтом — здесь подправит, там подкрасит, где-то приметит что-нибудь новенькое для своего «музея».

Спаривание атласных шалашников в «беседке любви». Шалаш-коридор состоит из двух параллельных рядов веточек, а перед входом — площадка с коллекцией ярких предметов.



Шалаш беседковой птицы Лаутербаха (*Chlamydera lauterbachi*) имеет вид перекрещивающихся коридоров. Самец предпочитает ярко-красные и голубые предметы.





Токовая беседка полосатого садовника. Первые европейцы, попавшие в леса Новой Гвинеи, приняли ее за игрушечный домик детей местных жителей.

Особенно возрастает активность самца, когда его усилия, подкрепляемые в брачный период громким пением, наконец увенчиваются успехом и перед беседкой появляется самка. Он делает все, чтобы самка не улетела. И вот гостья занимает место в «ложе» и оттуда наблюдает за выступлением токующего самца. Свое «шоу» самец начинает, перебирая сверкающие экспонаты и сопровождая их показ рискованными скачка́ми. Он танцует вокруг беседки, издает громкие жужжащие звуки. Светло-голубые глаза его от возбуждения приобретают эффектное сине-фиолетовое мерцание, в точности соответствующее окраске оперения и внутренней отделке беседки. Очарованная всем этим, самка обычно уже не противится домогательствам жениха.

Сходным образом ведут себя и другие шалашники. Пятнистая беседковая птица (*Chlamydera maculata*) также строит коридор из веточек, украшая его в отличие от атласного шалашника не синими, а белыми или блестящими предметами. На одной такой танцевальной площадке насчитали более тысячи выбеленных солнцем косточек, ракушек и белых камешков. Набор экспонатов значительно расширился под влиянием человеческой цивилизации. Теперь шалашники коллекционируют черепки посуды, бутылочные осколки, ложки и монеты. Фермеры знают о воровских наклонностях пернатых соседей. Один фермер не стал тратить время на долгие поиски пропавшего ключа от автомобиля, а тут же отправился к ближайшей беседке шалашника и действительно обнаружил там свой ключ. Рассказывают об охотнике, который нашел в коллекции шалашника не только украденный у него запас свинца, но и стеклянный глаз своего знакомого, пропавший незадолго до того ночью из стакана с водой.

Но эти «музеи» или окрашенные беседки ничто по сравнению с поистине сказочными конструкциями, «изобретенными» другими представителями этой удивительной группы воробьиных птиц. Когда в начале нынешнего столетия охотники за райскими птицами проникли в горные леса Новой Гвинеи, их поразили маленькие, порой причудливо украшенные шалашики, которые они приняли за игрушечные постройки туземных детишек. Читатель уже догады-



Парочка желтоспинных садовников (*Amblyornis macgregoriae*) около хворостяной башни, украшенной лишайниками.

вается, что они были далеки от истины и творцов очаровательных сооружений следовало искать среди шалашников. Так и оказалось. Самые красивые и совершенные творения, которые когда-либо сооружали животные, принадлежат шалашникам, известным теперь под названием «садовников». Один из вариантов их токовых беседок характерен для скромно окрашенного величиной с дрозда полосатого садовника (*Amblyornis subalaris*). К периоду спаривания самец сплетает из тонких веточек у стволика какого-либо маленького деревца купол высотой 60—90 см. С передней, открытой стороны шалаша у ствола уложен толстый слой зеленого мха, на фоне которого ярко выделяется красочная мозаика искусно подобранных «экспонатов». Вокруг выставки под защищающей от дождя крышей оставлен круговой коридор, а перед широким входом расположен открытый садик, усыпанный цветками и огороженный заборчиком, богато украшенным желтыми и красными плодами. Действительно, трудно даже предположить, что конструктором такого удивительного, сложного и прекрасного сооружения может быть животное.

Не менее удивительную и, пожалуй, еще более трудоемкую конструкцию для своего токового танца мастерит золотой шалашник (*Prionodura newtoniana*). Большую часть года возится он с ней, пока не воздвигнет вокруг двух тонких стволиков высокие колючие башни из хвороста (одна 2 м в высоту, вторая — 2,7 м). Почти метровый промежуток между башнями птица украшает белыми цветками и прочими светлыми частями растений, превращая его в высокую танцплощадку. В радиусе 2—3 м еще до пяти молоденьких деревцев одеты в полуметровый хворостяной убор. И всю эту колоссальную работу выполняет одна птица величиной с дрозда!

О шалашниках можно было бы рассказать еще множество невероятных историй. Они ведь единственные художники в мире животных, а их постройки для совершения брачных церемоний представляют исключительное явление. Впрочем, шалашники не совсем одиноки в этом отношении; еще для несколь-

ких птиц характерны конструкции подобного рода, но они несравненно более низкого уровня по мастерству. Так, африканский ткач-лирохвост (*Drepanoplectes jacksoni*) из семейства ткачиков исполняет выразительный брачный танец на площадке, в центре которой находится пучок травы, согнутый набок наподобие шалашика.

Большая птица-лира (*Menura novaehollandia*) сгребает в кустах кучу растительного хлама. Сцену свою она не украшает, а танцует на ней, прикрывшись серебристо-белым покрывалом роскошного хвоста.

Теперь следует сказать еще и о другой функции сооружений, помогающих добиться успеха в размножении. Они не только привлекают самок, но и ясно указывают самцам того же вида, что от этого места следует держаться подальше. Особенно отчетлива такая функция у сигнальных пирамид краба-привидения (*Ocypode aegyptica*). Самцы этих обитателей тропических побережий выкапывают в песке норки, в которых спасаются от опасности и поджидают самок. Маркировка жилья самца достигается сооружением песчаной пирамиды, удаленной от входа в норку примерно на 40 см. Благодаря им самки находят дорогу к местам спаривания, а самцы утверждают свое право на территорию, вступая порой в ожесточенные поединки, которые длятся до тех пор, пока более слабый соперник не отступит.

Детские животных *Строительная деятельность как форма заботы о потомстве*

Ранние стадии развития животных обычно более уязвимы, чем взрослые формы, поэтому у многих животных родительская особь вынуждена производить тысячи, а то и миллионы потомков, чтобы обеспечить существование вида. Огромная плодовитость компенсирует гигантские потери.

Чем больше родители заботятся о потомстве, тем меньше его требуется для сохранения вида. В плане нашего разговора это означает: чем лучше укрыто потомство в каких-либо жилищах, тем большее число детенышей доживет до зрелого возраста. Таким образом, благодаря строительной деятельности уменьшаются энергетические затраты на воспроизводство, и разного рода «детские» (жилища, сооружаемые взрослыми животными для молоди) имеют решающее значение для выживания вида.

Строительство выводковых камер и гнезд куда обычнее и эволюционно древнее, чем сооружения, предназначенные для добывания и сохранения пищи, для обеспечения успеха в брачных отношениях. Соответственно они и разнообразнее. Так, детские могут быть устроены глубоко под землей, в толще древесины и даже подо льдом и снегом. Молодь одних пресмыкающихся и птиц вылупляется из яиц в естественных инкубаторах, для других родители сооружают глинобитные убежища или искусно сплетенные гнезда. В основу классификации этого многообразия положена техника строительства. В первую очередь различают способы сооружения полостей в субстрате (копание, сверление и т. д.) и возведение конструкций из какого-либо материала. Оказывается, существуют сходные принципы устройства гнездовых камер в толще субстрата у представителей разных групп животных, причем наиболее сложные характерны отнюдь не для самых высокоорганизованных групп. Кроме того, сходные стройматериалы потребовали от разных животных выработки соответствующих строительных конструкций и, наоборот, использование различных материалов обусловило появление совершенно непохожих сооружений у близких родичей.

Поскольку главная роль гнездовых камер защитная, не приходится ожидать от них чего-то красочного или бросающегося в глаза — такие сооружения лишь привлекали бы врагов. Однако разнообразные, подчас удивительные особенности поведения строителей гнезд захватывающе интересны для наблюдателя.

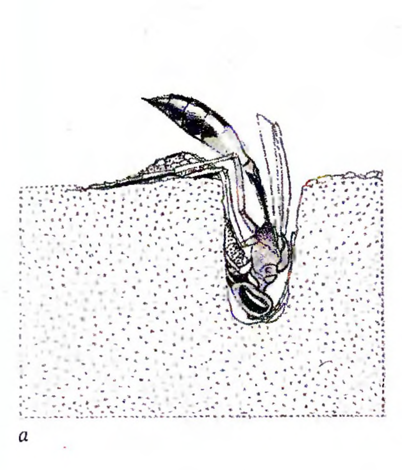
Детские под землей

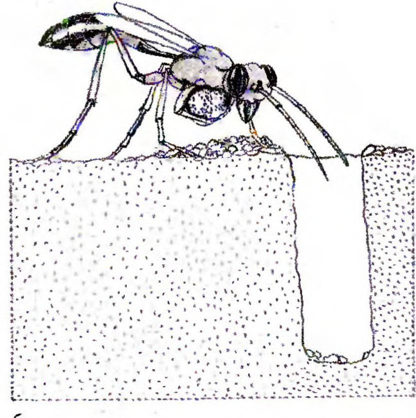
Одни животные прячут потомство в трещинах и расселинах среди скал, в грунте и в других естественных укрытиях. Другие используют покинутые какими-либо животными постройки, а порой поселяют свое потомство в еще жилые «квартиры». Ни в одном из таких случаев строительная деятельность не требуется. Однако подобных укрытий, разумеется, для всех не хватает, поэтому некоторые животные активно строят убежища для своего потомства. Самый древний способ строительства — создание для гнездовых камер искусственных полостей в толще субстрата, от ямок до глубоких сложных ходов.

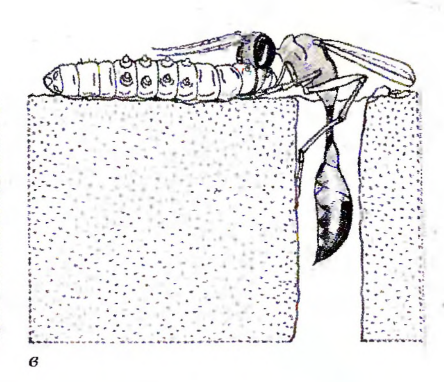
Удивительные действия роющих ос

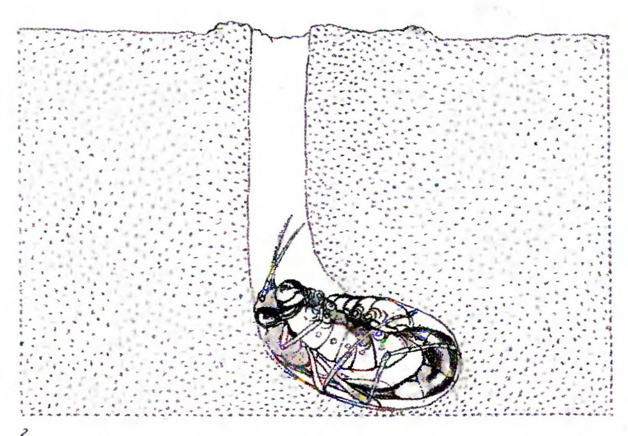
Оса-пескорой? Вот уж, по-видимому, малоприятное знакомство! Слово «оса» обычно болезненно ассоциируется со злобно жалящим черно-желтым крылатым насекомым. Но как часто ходячие представления не соответствуют действительности. Назойливые лакомки, незваные гости к воскресному столу под открытым небом, имеют довольно мало сходства с насекомыми, о которых пойдет речь. Первые относятся к семейству складчатокрылых (Vespidae), чьими серыми бумажными гнездами мы еще займемся позже, тогда как оса-пескорой, аммофила, принадлежит к другому большому семейству перепончатокрылых — к роющим осам (Sphecidae). Роющие осы, да и вообще большинство ос не опасны для человека. Возможно, именно поэтому о них так мало знают. Многие из них ведут одиночный образ жизни, причем забота о потомстве лежит только на самках. Оплодотворенная самка для каждого яйца выкапывает гнездовую камеру. Не все виды роют землю, как пескорой. Некоторые устраивают гнезда в трухлявой древесине, в полых стеблях растений или в ходах и норках других насекомых.

Европейские аммофилы достигают 2 см в длину. Их легко узнать по продолговатому черно-красному брюшку. Внимательный наблюдатель сразу заметит аммофилу на освещенных солнцем дорогах в сосновом редколесье или других сухих местах. Летом в жаркие часы дня самки поглощены работой, но уже легкая тень от набежавшего облачка резко снижает их активность. Тому, кто часами лежал под палящими лучами солнца у входа в гнездо песчаной аммофи-


а


б

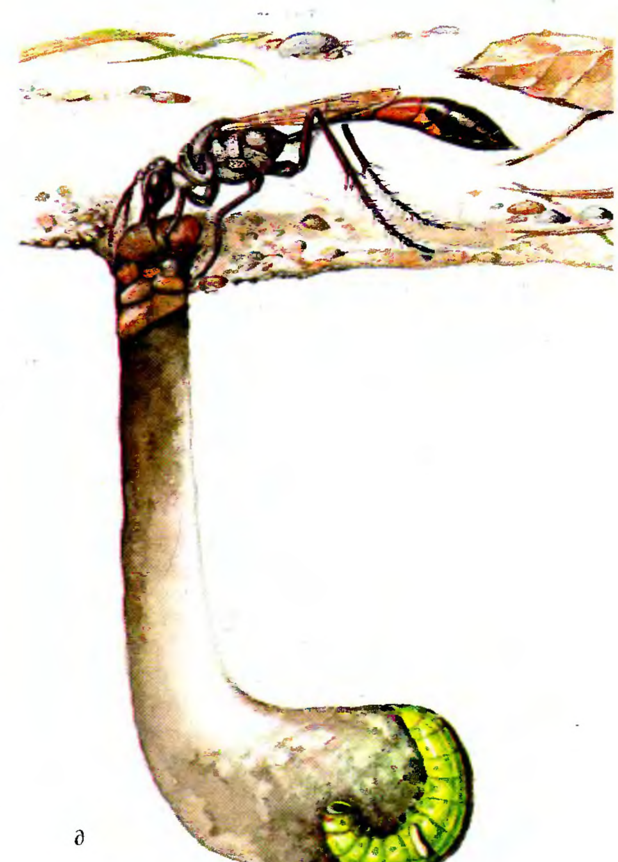

в


г

лы, знакомо противоречивое чувство ожидания интересных событий и хотя бы маленького облачка с его живительной тенью. Сколько надо иметь терпения и силы воли, чтобы получить точные сведения о жизни всего одного вида животных! Голландский этолог Бэрендс, в течение пяти лет наблюдая за жизнью осы *Ammophila campestris,* пролежал в засаде 2500 часов, и лишь половина из них была потрачена не впустую. Правда, рядом всегда был помощник, которому он диктовал свои наблюдения.

По наблюдениям Бэрендса, самка аммофилы выкапывает в песке с помощью челюстей и передних ног отвесную норку-колодец, расширяющуюся на конце. Выбранный грунт она уносит от гнезда, чтобы не оставлять следов, в специальной «корзиночке» из волосков (псаммофоре), образованной передними ногами и головой насекомого. Затем оса закрывает вход в норку, чтобы ее не обнаружили всякие «интересующиеся», а таких немало! Песок для запечатывания гнезда, разумеется, не годится — он ссыпается вниз. Для этой цели аммофила ищет подходящий камешек. Меркой ей служат широко раскрытые челюсти, определившие при копании ширину норки. Щели оса засыпает песком и мелкими камешками, тщательно маскируя вход в гнездо.

Сразу же после этого она отправляется на охо-


д

Гнездовые заботы осы аммофилы:
а Выкапывание норки глубиной около 3 см. Сначала оса выкапывает грунт, затем подхватывает его челюстями и, пятясь, вытаскивает наверх.
б Набив песком корзиночку из щетинок между передними ногами и головой, оса уносит его от гнезда.
в Втаскивание парализованной гусеницы совки.
г Откладывание яйца.
д Запечатывание гнезда.

ту — искать голых гусениц, которых парализует несколькими уколами жала в главнейшие нервные узлы, но не убивает. Благодаря этому запас пищи для будущего потомства долго остается свежим — порой до четырех недель: мертвая гусеница начала бы гнить раньше, чем появилась бы из яйца личинка осы. Обездвиженную добычу оса тащит к гнезду напролом через травяные джунгли, по крутым склонам иногда на расстояние до 100 м. При этом охотница ориентируется по едва приметным пучкам травы, камням и маленьким деревцам, расположение которых она точно запомнила, вылетев на охоту. У замаскированного входа в норку оса оставляет добычу и открывает его. Крупный камешек она откладывает в сторону — он ей еще не раз пригодится. Затем оса, определенным образом уложив гусеницу, пятясь, затаскивает ее в норку и там откладывает на гусеницу одно яйцо. После этого она снова запечатывает гнездо.

Но заботы самки на этом не кончаются. Оса-мать продолжает снабжать свое потомство пищей. Обычно она присматривает за несколькими гнездами одновременно. По утрам она облетает еще не совсем запечатанные гнезда и проверяет, как идут дела. Если личинка не вылупилась из яйца, отверстие снова закрывается. Но если вылупившаяся личинка уже съела гусеницу, мать приносит еще две-три. Таким образом, подрастающих личинок она снабжает несколькими парализованными гусеницами и лишь затем окончательно запечатывает гнездо. Песок над камнем-крышкой оса тщательно разравнивает головой. Наблюдали даже, что некоторые осы зажимают камешек верхними челюстями и заглаживают, утрамбовывают им верхний слой песка. Это один из немногих случаев применения насекомыми орудий.

Глядя, с какой точностью оса-мать выполняет свою нелегкую работу, поражаешься, как, не имея календаря и записной книжки, она точно знает, что, когда и в каком гнезде ей надлежит сделать. Быть может, наши предшественники были не так уж неправы, считая ос разумными существами? Но если говорить серьезно, то здесь имеет место ряд генетически закрепленных элементов поведения, хотя это и не объясняет точной последовательности отдельных действий. При поисках ответа на этот вопрос был сформулирован другой важный принцип управления поведением животных — принцип последовательной стереотипной этапности поведения. Каждая завершенная серия действий (этап) создает в гнезде новую ситуацию с ключевым раздражителем для последующих действий, которые в свою очередь изменят ситуацию и вызовут соответственно новую серию действий. И так продолжается до запрограммированного конца — окончательного запечатывания гнезда. Дальнейшее поведение осы определяется при осмотре гнезда. Возможны следующие ситуации:

1. «Гнездо пусто» — побуждает осу принести гусеницу, отложить яйцо и закрыть гнездо, но не окончательно.
2. «Гнездо с гусеницей и яйцом» — вызывает временное закрывание гнезда
3. «Гнездо с гусеницей и молодой личинкой» — стимулирует поиск гусениц, хотя бы одной.
4. «Гнездо с подросшей личинкой» — требует принести несколько гусениц и затем окончательно закрыть вход.
5. «Гнездо с окукливающейся личинкой или коконом» — стимулирует окончательное запечатывание гнезда.

Специфические ключевые раздражители заставляют осу-мать в каждом из ее гнезд совершать действия, соответствующие ситуации. Но что произойдет, если положение дел в гнезде искусственно изменить? Подобного рода эксперименты проводили. Например, уменьшали запас гусениц у личинки — оса вновь и вновь оказывалась перед ситуацией 3, и она натаскала раз за разом более десятка гусениц. В следующих экспериментах убирали положенную у входа гусеницу, пока самка вскрывала и обследовала гнездо. Отыскав исчезнувшую гусеницу в окрестностях норки, она вновь тащила ее к входу. Но вместо того чтобы сразу положить добычу в гнездо, оса опять оставляла ее у входа, копалась в проверенной перед этим норке — действие следующее в нормальных условиях за притаскиванием гусеницы — и лишь затем помещала ее в гнездо. Если в то время, пока оса проверяла норку, добычу снова отодвигали в сторону, весь процесс повторялся двадцать и сорок раз подряд: оса всегда «еще раз открывала» открытый вход. В конце концов она либо бросала напрасную возню, либо все же втаскивала добычу прямо в норку, не оставляя ее у входа. Цепи стереотипных поведенческих актов осуществляются животным «без особого размышления», причем завершение одного этапа вызывает (как раздражитель из окружающей среды) переход к следующему. В затеянном нами путешествии по чудесной стране животных-строителей мы еще не раз встретимся с такой стереотипной этапностью их поведения.

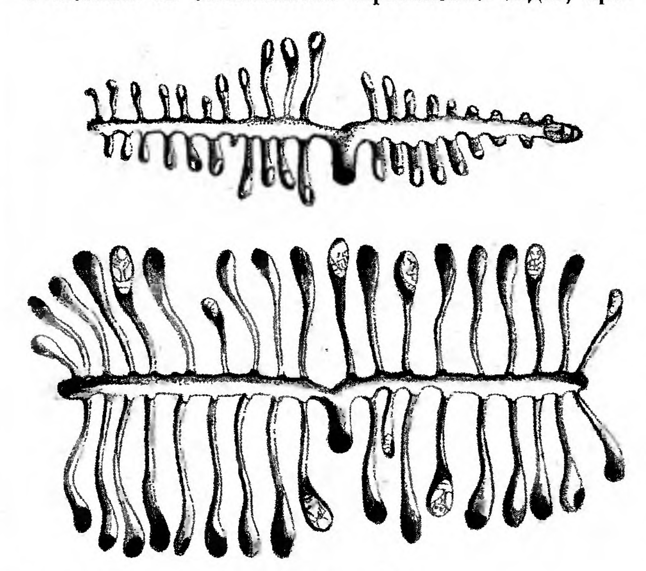
Наше описание поведения аммофилы, конечно, несколько схематично, в нем не учтены встречающиеся иногда отклонения от закономерного хода событий. И все же было бы неверным говорить об «инстинктивных автоматах», как это нередко встречается в популярных и научных книгах. Ведь автоматы не подчиняются воздействию своего внутреннего состояния (мотиваций и т. д.), которое может привести к отклонениям от запрограммированного поведения. Голландский энтомолог Адрианс, продолжавший исследования Бэрендса, знал о таких «нарушениях» в поведении аммофилы. Однако обнаруженные различия в строительной деятельности были настолько велики, что заставили внимательно присмотреться к осе, за которой он наблюдал. Результат морфологического исследования показал, что исследователи работали с двумя очень похожими

видами ос: *Ammophila campestris* и новым, открытым благодаря подмеченным отличиям в поведении, *A. pubescens.* Так, казалось бы, второстепенные, с точки зрения систематика, наблюдения оказались решающими для различения близких видов: роет оса передними конечностями обеими сразу или попеременно; выбрасывает песок из норки или выталкивает его венчиком щетинок на брюшке (пигидиальным полем), так что образуется маленькая «кротовина». Выбранный ротовым аппаратом песок аммофила выносит маленькими порциями, зажав его между передними ногами и грудью, и «вывозит со стройплощадки». Важно знать, как она это делает — пешком или поднимается в воздух.

Все эти «мелочи» строительных приемов дают возможность наблюдателю быстрее и надежнее, чем по внешнему виду маленького строителя, различать родственные формы и делать вывод о принадлежности их определенному семейству, роду и даже виду.

Короеды

Из почти 5000 описанных видов жуков-короедов (Scolytidae) в Центральной Европе встречается около сотни. Некоторые из них — древесинники — уже известны нам как «грибоводы». Они просверливают гнездовые ходы в древесине, глубоко в толще ствола, в отличие от большинства европейских видов, прокладывающих ходы в коре или под ней, отчего и получивших название короедов. Их бросающиеся в глаза ходы отличаются удивительной правильностью рисунка, похожего на орнамент, придуманный художником, и хорошо известны любому леснику. Специалист может определить вид короеда по одному только такому рисунку, не держа в руках самого «преступника». Мало того, глядя на причудливые галереи, он многое может сказать о жизни покинувшего их животного. Попытаемся и мы восстановить ход событий по рисунку, созданному обыкновенным ясеневым лубоедом (*Hylesinus fraxini*).



Ходы обыкновенного ясеневого лубоеда.
Вверху: самка короеда выгрызает раздвоенный горизонтальный маточный ход, по обе стороны которого в специальные яйцевые камеры она откладывает по одному яйцу. Личинки выедают свои ходы в лубяных тканях ясеневой ветки перпендикулярно маточному ходу.
Внизу: законченная картина ходов. Видны куколки в концах личиночных ходов. Молодые жуки выберутся «на волю» через особые лётные отверстия, которые им предстоит прогрызть.

Поверхность заселенных жуком ветвей ясеня покрыта под корой горизонтальными в виде фигурных скобок ходами с коротким общим началом, от которых в обе стороны отходят вертикальные узкие, постепенно расширяющиеся боковые ходы. Форма их объясняется биологией размножения жука. Весной самка вгрызается в кору перпендикулярно ее поверхности. По входному отверстию ее находит самец и оплодотворяет. Затем самка приступает к выгрызанию горизонтального (поперечного стволу) маточного хода, собственно «детской» короедов, сначала в одну сторону от начальной камеры, потом в другую. В ниши по бокам маточного хода она откладывает по одному яйцу. Из яиц вылупляются маленькие белые личинки и начинают выедать собственные ходы. Личиночные ходы перпендикулярны маточному. Их диаметр постепенно увеличивается, так как личинки растут быстро, выедая живую древесину. Уже выросшая личинка выгрызает себе куколочную колыбельку, булавовидную полость в твердой древесине. В конце лета из куколки выходит жучок и кратчайшим путем прогрызает дорогу к поверхности коры. Округлые дырочки в коре, иногда до тысячи на одном стволе, свидетельствуют не только об успешном окончании последнего этапа развития короеда, но и о степени повреждения дерева.

Среди короедов много опасных вредителей леса. Самый известный из них — короед-типограф (*Ips typographus*). Его красивые, всегда определенного рисунка ходы многие видели во время прогулок по лесу. Они очень рельефны, словно отпечатаны, поэтому жук и получил название «типографа». С первого взгляда заметно существенное отличие его системы ходов от того, что мы видели у ясеневого лубоеда. В толще коры, прямо под входным отверстием, находится объемистая полость, существование которой весьма примечательно. Ее выгрызает самец (и только он) — это брачная камера. Если ясеневый лубоед ведет моногамный образ жизни — в одной системе ходов находится всегда пара жуков, самец и самка, — то самцы видов, сооружающих брачные камеры, как правило, спариваются с несколькими самками, которые затем выгрызают от брачной камеры каждая свой маточный ход. Так создается звездчатая система ходов многих короедов-граверов (*Pityogenes*), а также преимущественно вертикальные либо гори-



Слева: короед-типограф и его ходы.
Справа вверху: звездчатые ходы короеда-гравера (*Pityogenes chalcographus*). В центре выгрызенная самцом брачная камера.
Справа внизу: семейный ход большого елового лубоеда (*Dendroctonus micans*). Слева видны входное отверстие, проделанное самкой, и маточный ход с отдушиной и пустыми яйцевыми оболочками. Личинки грызут общим фронтом, заполняя пространство позади себя буровой мукой.

зонтальные множественные ходы других короедов. И в этих случаях по специфическому расположению ходов можно с уверенностью судить о некоторых деталях биологии размножения соответствующих видов. Долговечные «рисунки» на коре или древесине документируют весь жизненный цикл животного — яркий образец «застывшего» поведения.

Еще несколько замечаний о вредной деятельности короедов. Ни одно животное само по себе ни вредно, ни полезно. Это человек навешивает им тот или иной ярлык. Говоря о «страшном вредителе леса», короеде-типографе, обычно не задумываются, что он нападает лишь на старые, больные или поврежденные деревья. Способствуя разрушению мертвых и отмирающих тканей дерева, он выполняет важную роль в экономике природы. Массовое размножение короедов бывает только тогда, когда в лесах появляется много валежника из-за ветровала или серьезного повреждения деревьев снегопадом. Избыток мест для заселения жуков стимулирует резкое увеличение их численности, и вот тогда может случиться, что отмирающих деревьев жукам не хватает, и они пытаются напасть на здоровые. Момент, когда естественным образом регулируется их численность. Здоровое дерево, как правило, не поддается жукам, так как на всякие попытки сверлить его отвечает выделением смолы. Конечно, если в здоровый ствол пытаются ворваться тысячи нападающих, дерево не в состоянии залить смолой все раны. Полчища врагов побеждают его, но при этом гибнет и множество жуков.

Детские на дне водоемов

Куда меньше усилий тратят на сооружение подземных «детских» многие позвоночные животные. Одни из самых простых, представляющие собой лишь начальный этап создания искусственной полости, мы встречаем у рыб, например форели или лосося.

Благородный лосось, или семга (*Salmo salar*), — одна из самых известных рыб, хотя мало кто из нас ее видел живьем. А ведь еще сотню лет назад нерестовый ход семги был обычной картиной на многих европейских реках. И в Эльбе, и в Рейне поколения рыбаков ежегодно вылавливали сотни тонн драгоценной рыбы, не нанося ущерба популяции. И лишь катастрофическое индустриальное загрязнение окружающей среды привело к исчезновению этого вида на обширной территории.

Там, где еще сохранились условия для жизни лососей, в определенное время эти рыбы, обычно живущие в море, собираются несметными косяками и устремляются вверх по рекам. Перекаты, водопады и многие другие препятствия (порой достигающие в высоту 4 м) они перепрыгивают. С помощью обоняния рыбы удивительно точно находят место, где сами когда-то появились на свет. Здесь, в быстрых ручьях с галечным дном, самки мощными ударами хвоста выбивают нерестовые ямы глубиной 20 см и длиной до 2 м. Отложив икру, которую тут же осеменяет самец, самка ударами хвоста закидывает ее песком и галькой. Спрятанные под толстым галечным одеялом на дне богатого кислородом водоема икринки благополучно развиваются, и через несколько месяцев из них вылупляются мальки. Сначала они живут за счет запаса желточного мешка, затем начинают нападать на всякую мелкую живность, через год попадают в море и проводят там до пяти лет, пока инстинкт не позовет их на поиски родной галечной отмели.

И как бы примитивна ни была такая «детская», благодаря ей вид существует до сих пор (при продуктивности каждой самки от 10 до 30 тысяч икринок). Карповые с их незащищенной икрой достигли того же, выметывая от 500 тысяч до миллиона икринок, а треске и камбале, чтобы выжить, требуется 9—10 миллионов икринок на каждую самку ежегодно.

В сравнении с рыбами и земноводными пресмыкающиеся откладывают в целом очень мало яиц. Если у самок некоторых видов рыб мы насчитывали по нескольку миллионов, а у земноводных обычно тысячи икринок, то у пресмыкающихся за один прием редко откладывается больше сотни яиц. Зная закономерность, характерную для животного мира, гласящую, что число яиц в кладке тем меньше, чем больше заботы о потомстве проявляют родители, мы вправе ожидать интересных форм такого поведения у пресмыкающихся. И действительно, яйца они обычно откладывают в укромном месте и хорошо маскируют, нередко закапывают, порой их охраняет самка. Однако особых архитектурных способностей при постройке гнезд пресмыкающиеся не обнаруживают. Обычно они ограничиваются сооружением ямки и последующим ее закапыванием (совершая при этом скребущие, загребающие или толкающие движения). Рассмотрим способ сооружения детской черепахами.

Черепахи размножаются яйцами, которые, как у всех пресмыкающихся, богаты желтком и водой и защищены от высыхания прочными жесткими оболочками. Только благодаря этим особенностям стало вообще возможно размножение не в водной среде. Все черепахи, в том числе и морские, откладывают яйца на суше. При этом они ведут себя в принципе одинаково. С помощью задних (реже передних) ног самка выкапывает ямку в земле. У наземных и пресноводных черепах работа облегчается тем, что они смачивают грунт из клоакальных пузырей. У нашей болотной черепахи можно наблюдать, как самка «высверливает» ямку хвостом. Она периодически направляется в ближайший водоем, чтобы пополнить запас воды в клоакальных пузырях. Закончив все приготовления, самка поднимает хвост над яйцевой камерой и откладывает в нее одно за другим удлиненные овальные яйца. При этом она подхватывает их попе-

ременно то одной, то другой задней лапой и осторожно опускает в ямку. Отложив последнее яйцо, самка засыпает ямку землей, заравнивая поверхность.

Инкубаторы, изобретенные животными

Исключение среди пресмыкающихся представляют крокодилы, сооружающие гнездовую кучу вроде инкубатора и охраняющие ее. Их белые яйца имеют твердую известковую скорлупу и достигают размера гусиного яйца. Некоторые крокодилы, например нильский (*Crocodylus niloticus*), закапывают яйца на ровных берегах с мягким грунтом. Они отыскивают местечко потеплее, руководствуясь, по-видимому, девизом «пар костей не ломит». При такой температуре яйца, казалось бы, должны свариться, но самки выбирают место, освещаемое солнцем не весь день, да еще и прикрывают песок травой. Поэтому почва здесь бывает градусов на 10 холоднее, чем на открытых солнцу участках. Во время сильной жары крокодилица выходит из воды и увлажняет землю над яйцами. Выбор места, прикрывание кладки и периодическое увлажнение позволяют просто и довольно надежно регулировать температуру в гнезде. Измерения показали, что она держится в пределах 30—35°C. Суточные колебания не превышают трех градусов. Поразительно, если учесть, что температура воздуха за то же время меняется почти на тридцать градусов!

Мать охраняет гнездо на протяжении всего периода развития яиц и старается отгонять многочисленных любителей полакомиться яйцами. Незадолго до вылупления сквозь почти тридцатисантиметровый



Средиземноморская черепаха (*Testudo graeca*) строит гнездовую камеру. Водой из клоакальных пузырей она увлажняет землю, облегчая этим себе труд. Черепаха подхватывает яйцо задними ногами и осторожно опускает в ямку.

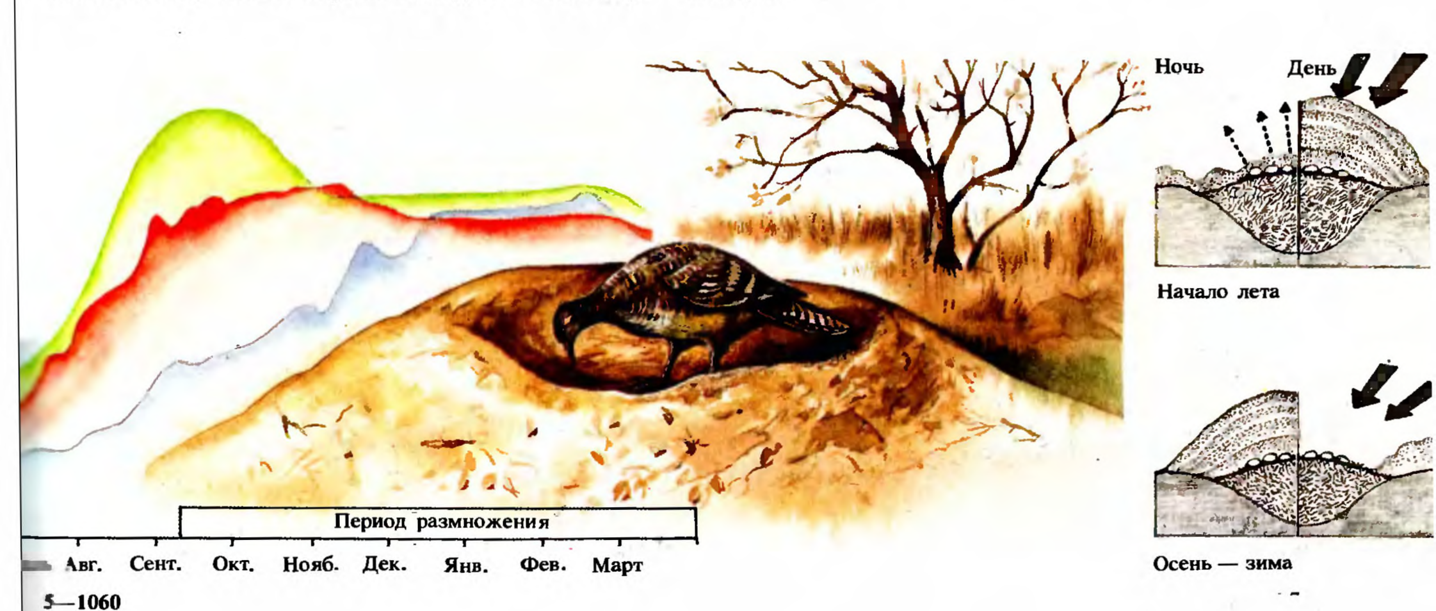
слой песка отчетливо слышно «кваканье» малышей. Самка брюхом сдвигает песчаное покрытие в сторону и, как утка, ведет свое потомство к воде. Некоторые аллигаторы, не причиняя вреда, перетаскивают детенышей в воду в своей страшной зубастой пасти, хотя позже, не моргнув глазом, слопают зазевавшегося малыша. Пользу от охраны, которой бронированная рептилия обеспечивает свое потомство, извлекает и водяная авдотка *Burhinus vermiculatus*. Эта птица всегда гнездится рядом, и агрессивная мать-крокодилица, не трогая соседку, заодно охраняет и ее гнездо.

Крокодилы, живущие в реках, где нет песчаных берегов, проявляют еще более удивительные для пресмыкающихся формы заботы о потомстве. Так, восточноазиатский гребнистый крокодил (*Crocodylus porosus*) и миссисипский аллигатор (*Alligator mississippiensis*) строят метровой высоты гнезда из гниющего растительного материала. Вскоре влажная растительная масса начинает бродить, при этом выделяется много тепла. Этот принцип знаком каждому сельскому жителю, который знает, что влажное сено или солому хранить нельзя — они сопреют и даже могут воспламениться. Мать-аллигаториха избегает перегрева яиц регулярным проветриванием. Гребнистый крокодил периодически опрыскивает гнездовую кучу водой из реки или из специально выкопанной ямы: влажность поддерживает процесс разложения растительных остатков. Благодаря материнским заботам (проветриванию, увлажнению) температура в гнезде меняется не больше чем на 3°С, в то время как наружная колеблется на 20°С и больше.

Тот же принцип естественных инкубаторов используется и у большеногов, или сорных кур. Миллионы лет назад птицы произошли от пресмыкающихся, так что не исключена возможность общего корня у этого замечательного типа строительной деятельности, хотя на первый взгляд так мало общего между неуклюжим бронированным пресмыкающимся и хоть и курицей, но все же птицей.

Птицы насиживают яйца. Это их свойство столь характерно, что всякое исключение вызывает недоверие. Тем более если оказывается, что у кого-то из них яиц вообще никогда не касается теплое родительское тело и они развиваются благодаря теплу разлагающихся растительных остатков, теплу вулканического происхождения, например за счет еще не остывшей лавы, или просто под жарким солнцем на морском берегу. Все это звучит как легенда, и долгое время всерьез в такую возможность не верили. Надо сказать, что большеноги, или сорные куры (Megapodiidae), живущие в Австралии и на прилегающих островах, уникальны еще в одном отношении: их птенцы вылупляются из яиц настолько развитыми, что очень скоро начинают летать. Растут они без какой-либо родительской опеки. Удивительно большие, сильные ноги — за что птицы и получили свое название — жизненно необходимы уже птенцам, как только те вылупятся из яиц. Ведь они должны выбраться из глубины гнездовой кучи без всякой помощи со стороны родителей. Эта нелегкая работа растягивается порой на пятнадцать часов.

Эксперимент с регуляцией температуры глазчатой курицей (по Х. Дж. Фриту).
Красная линия: температура в построенной птицами гнездовой куче. Благодаря постоянной «работе» птиц на протяжении всего периода размножения колебания температуры не превышали 3°С. Зеленая линия: температура в построенной человеком куче из земли и растительных остатков. Бурное брожение в начале гнездового периода погубило эмбрионы. Синяя линия: температурный режим в построенной человеком куче из земли определяло только солнечное тепло. До середины периода размножения температура была намного ниже оптимума.



«Детские» у животных
Их сооружают родители для защиты потомства.
12 Немного средств и усилий требует постройка пенистого гнезда бойцовой рыбки (*Betta splendens*). Самец делает пену, набирая небольшими порциями в рот воздух и выплевывая пузырьки, окруженные слизистой пленкой. Расположенное на поверхности воды и проницаемое для воздуха гнездо необходимо лабиринтовым рыбам, обитающим в крайне бедных кислородом водоемах, где развивающиеся эмбрионы просто задохнулись бы. Самцы охраняют свои пенистые гнезда, пока мальки не станут самостоятельными.

Выкопанные в субстрате детские широко распространены в животном мире. Яркий пример тому — одиночные роющие осы. (Последовательность фотографий слева направо и сверху вниз.)
13—17 Снабжение детской запасом пищи у песчаной аммофилы (*Ammophila sabulosa*): обездвиживание гусеницы уколами в узлы брюшной нервной цепочки (13); подтаскивание ее к временно запечатанному гнезду (14); гусеница лежит у входа, а оса открывает его (15); пятясь, оса втаскивает гусеницу в норку (16) и откладывает на нее там яйцо. Позднее оса еще не раз пополнит провиант личинки парализованными гусеницами. Каждый раз она запечатывает гнездо и маскирует его, утрамбовывая песок головой (17). Когда аммофила роет норку, она попеременно скребет песок ногами, затем грызет его, причем выбранный грунт, пятясь, выносит из гнезда, зажав между специальными щетинками передних ног и головой.
18 Роющая оса сфекс (*Sphex*), вынося грунт, поступает таким же образом.
19 Роющая оса песчаная церцерис (*Cerceris arenaria*), копая норку, использует пространство между передними ногами и головой, как ковш экскаватора. Периодически она отодвигает грунт назад брюшком особой формы.
20 Пчелиный волк (*Philanthus triangulum*), напротив, копает и отбрасывает назад рыхлый песок одновременными рывками передних ног.

Яйцевые коконы — специальные защитные образования из материала собственного тела. Помимо червей и насекомых защитные конструкции для яиц строят также пауки. На их примере можно показать многообразие коконов и их специфическое защитное действие.
21 Кокон паука *Chiracanthium* сплетен очень рыхло, лишь бы не вывалились яйца, но зато он находится внутри плотного шаровидного гнезда из травинок и паутины под надежной охраной самки.
22—24 Паук *Agroeca brunnea*, напротив, подвешивает кокон совершенно открыто на веточках и травинках или приклеивает его к коре дерева. В своем первоначальном виде (22) белоснежный шелковистый кокон был бы слишком заметен (в сказочном мире наших предков это — фонарики фей), поэтому самка тщательно маскирует его. Для этого она прокладывает к земле особую нить и поднимает по ней песчинки (23) или частички перегноя (24), инкрустируя ими белую поверхность кокона. Трудно даже заподозрить в таком «комочке грязи» паучью детскую. Но и такая совершенная маскировка не гарантирует абсолютной защиты от наездников и других специализированных паразитов.
25 В густой траве на сыром лугу надежно запрятан кокон паука *Argiope bruennichi*. Верхний, словно бумажный, паутинный слой имеет окраску сухой травы — хорошая маскировка, особенно в холодное время года.
26 А этот сверкающий золотистый шарик — кокон паука *Ero furcata*. Он всего в несколько миллиметров диаметром и «спрятан» от маленьких близоруких врагов тем, что подвешен на длинной паутинке.
27 Самка паука-охотника с коконом у входа в паутинный купол. Около четырех недель самка ни на минуту не расстается с коконом, повсюду таская его за собой. Затем она сплетает шелковый купол под нависающими травинками и сторожит там вылупляющееся потомство.
28, 29 Другие виды пауков прячут коконы в свернутые листья, как, например, *Euplognatha ovata* (28), или между несколькими оплетенными паутиной листочками, как похожий на тыковку один из пауков-крестовиков (29).

Для выращивания дышащего воздухом потомства единственный живущий под водой паук должен принять особые меры.
30 Паук-серебрянка (*Argyroneta aquatica*) строит под водой воздушный колокол. Позже он разделит воздушный пузырь горизонтальной паутинной сетью, поместив в верхнюю его часть от 3 до 5 коконов по 30—90 яиц в каждом. В нижней части располагается паучиха, охраняющая потомство.



12


13
14
15
16
17

13–17,

18

19

20



21


22
23
24


25


26
27
28
29



И позднее, когда приходит время строить собственный инкубатор, птица вновь использует силу своих ног.

Пожалуй, самое замечательное поведение характерно для глазчатой курицы (*Leipoa ocellata*). Эту птицу называют также курицей-термометром, потому что десять месяцев в году она занимается регуляцией температуры своего гнезда-инкубатора.

В апреле и мае, когда в Южном полушарии нашей планеты начинается осень и идут дожди, самец глазчатой курицы выкапывает большие, до метра глубиной, воронки и заполняет их мокрой опавшей листвой. А так как в кустарниковой степи, где живут эти сорные куры, листвы не так уж много, собирать ее приходится с территории радиусом до 50 метров. К весне яма наконец заполнена. Сверху птица наваливает много песка и всякого растительного мусора, под которым начинается процесс брожения. С утра до вечера приходится возиться с гнездовой кучей, чтобы добиться оптимальной температуры инкубации — около 34°С. Дело в том, что в австралийской кустарниковой степи помимо значительных сезонных колебаний температуры не редкость и резкие суточные перепады — до сорока градусов. Поэтому при гниении растительных остатков гнездовая куча прогревается неравномерно. Чтобы проверить температуру в гнезде, самец выкапывает в куче глубокую ямку и весь залезает в нее, так что торчит только один хвост. Там он несколько раз сует раскрытый клюв в песок. Должно быть, в тканях клюва у него находятся чувствительные клетки, способные достаточно точно определять температуру.

В сентябре, когда приходит весна, самка откладывает первое яйцо. Предварительно самец выкапывает в компосте гнездовую камеру и проверяет клювом температуру. Если самка недовольна местом, он ищет другое. До января откладывается от 16 до 33 яиц. Но заботы о гнездовой куче на этом не кончаются. После четырех месяцев подготовительных работ шесть-семь месяцев продолжается возня с регуляцией температуры в инкубаторе, пока не вылупится последний птенец. Температура контролируется почти ежедневно и в зоне, где находятся яйца, регулируется с точностью до одного градуса!

В период интенсивного весеннего брожения избыточное тепло отводится через вентиляционные «трубы». Обычно это делается в утренние часы, пока полуденная жара не превысила температуру гнезда. Летом, когда интенсивность брожения снижается, но зато жарко палит солнце, поведение птицы меняется. От опасности перегрева она теперь избавляется увеличением слоя песка. Если все же температура в куче превысит 34°С, предпринимаются решительные меры: в прохладные утренние часы птица разгребает песок в стороны и выкапывает глубокую воронку почти до са́мых яиц. Когда температура в гнезде снизится, яма вновь забрасывается раскиданным и потому еще более охладившимся песком. Удивительный, но очень действенный метод — так создается изолирующий от палящих лучей солнца прохладный слой. Эта работа каждый день занимает от двух до трех часов.

Осенью, когда солнечного тепла не хватает, яйца необходимо, наоборот, спасать от переохлаждения. В полуденные часы взрослые птицы сгребают песок с кучи в стороны, так что над яйцами остается лишь тонкий слой и они хорошо прогреваются солнцем. К вечеру широко раскиданный и потому прогретый песок птицы вновь наваливают кучей поверх яиц.

Такое сложное поведение может навести на мысль о сознательных действиях. Австралийский орнитолог Х. Дж. Фрит провел следующий эксперимент: рядом с яйцами внутри кучи он поместил термометр и регулируемый извне нагреватель. Поначалу все шло обычно. Весной при медленном разогревании за счет брожения куры открывали гнездо раз в два-три дня. Как только начал работать нагреватель, они стали открывать кучу ежедневно и по-прежнему держали температуру в гнезде под контролем. Когда же и летом продолжался искусственный подогрев, птицы не поняли, что тепло идет снизу. Такая возможность, по-видимому, не предусмотрена в их врожденной программе действий. Стремясь избавиться от перегрева в соответствии со схемой их обычного сезонного изменения поведения — как если бы яйца перегревались солнцем, — они все выше надстраивали гнездовую кучу (сколь высокой она могла бы стать, к сожалению, выяснить не удалось, так как из-за дефекта генератора опыт пришлось прекратить).

Надо сказать, что гнездовая куча глазчатой курицы еще не самая большая постройка птиц этого семейства. Рекорд держит неприметная буроватая джунглевая курица (*Megapodius freycinet*) величиной с куропатку. Ее гнездовая куча может достигать 12 м в диаметре и 5 м в высоту.

Не все сорные куры сооружают столь гигантские конструкции. Весьма комфортабельно устраивается на одном вулканическом острове маленькая курица из того же рода*. У подножия действующего вулкана на площади в несколько квадратных километров птицы изрыли рыхлую туфовую почву. Ежегодно в подземных ходах около 100 000 пар откладывают яйца, которые развиваются только за счет вулканического тепла. Постоянную высокую температуру этого гигантского естественного термостата птицы получают от природы «в подарок», тогда как их родственники в австралийской кустарниковой степи должны добиться того же ценой поистине титанических усилий.

В некоторых местах большеноги пытаются использовать тепло еще не остывшей лавы или откладывают яйца вблизи горячих источников. Есть

---

* Речь, видимо, идет о *M. pritchardii* с острова Ниуафооу.

островные виды, которые в период размножения парами переселяются на побережье и там ночью выкапывают глубокие норы, в которые откладывают яйца. Возможность «насиживать» яйца они предоставляют солнцу.

Австралийским аборигенам издревле хорошо известны земляные постройки большеногов как источник крупных вкусных яиц. В ряде районов места гнездовий сорных кур объявляются семейной собственностью, а часть прибрежных участков правительство даже сдает в аренду. К счастью, находят лишь малую часть кладок.

Птицы строят норы в земле и в древесине

Редко кому посчастливится увидеть обыкновенного зимородка (*Alcedo atthis*). Глядя на эту нарядную, сверкающую своим оперением птицу, невольно думаешь о тропиках. И действительно, большинство представителей семейства зимородковых обитает в тропиках и субтропиках. «Летающий драгоценный камень» уже в древние времена привлекал к себе внимание людей, недаром о нем создано столько легенд. Древние греки думали, что зимородки гнездятся прямо в море, поэтому греческое название этой птицы halkyon — та, что рождается в море. Как говорится в мифе, боги были настолько благосклонны к альционам, что в их предполагаемый брачный период, на рождество, успокаивали волны морские на четырнадцать дней. Но греки дважды ошиблись: зимородки появляются на свет не на рождество, а в начале лета и не в открытом море, а в самостоятельно выкопанных земляных норах. Где-нибудь на обрыве у реки или озера крылатый мастеровой начинает с разлету долбить клювом землю. Нередко после целого дня усиленной деятельности птица принимается короткими ножками выбрасывать уже разрыхленную землю. Так получается нора до 1 м длиной, на конце расширяющаяся в гнездовую камеру. И хотя зимородок не носит никакого гнездового материала, подстилка в гнезде будет: птицы отрыгивают косточки и чешую съеденных рыбешек. Пищеварительные соки птицы размягчают костную ткань такого необычного гнездового материала, и на нем удобно покоятся шесть-семь яиц, а через три недели прекрасно себя чувствуют птенцы.

Кормление птенцов идет строго по правилам. Подлетевшая взрослая птица затемняет вход в нору, и в ответ на этот сигнал ближайший к выходу птенец открывает клюв. Получив корм, птенец отодвигается в глубь норы, а на его место выбирается следующий. Так и движутся они, словно на карусели, и каждый получает свою порцию. Находясь у входа, птенец заодно «выстреливает» жидким пометом в слегка наклонный коридор, по которому нечистоты стекают наружу. Не удивительно, что взрослые птицы после посещения «душистого» дома стремятся поскорее искупаться.

Зимородок не единственная европейская птица,



Золотистая щурка (*Merops apiaster*) выкапывает норы-гнезда в крутых обрывах.

гнездящаяся в самостоятельно выкопанной норе. Вспомним о ласточках-береговушках или о золотистых щурках. А среди птиц мировой фауны таких примеров очень много: сами роют себе норы два вида пингвинов, рачья ржанка, некоторые чистиковые, кеа и совиный попугай, многие сизоворонки, якамары, ленивки и другие.

Известнее, однако, те птицы, которые устраивают «детские» не в земле, а в стволах деревьев. К самостоятельно изготавливающим дупла относятся некоторые ленивки, буроголовая гаичка, выщипывающая дупло в деревьях с мягкой, трухлявой древесиной, сова, устраивающая себе нору в кактусах*, и, конечно, дятлы.

Ранней весной в лесу звучит громкая барабанная дробь. С пронзительным «кик» перелетают от ствола к стволу две ярко окрашенные птицы. Это начинает брачный сезон пара больших пестрых дятлов. Неподалеку от «музыкального инструмента» у подножия старой ели лежит кучка светлых щепочек. Посмотрим вверх и примерно на высоте 4 м заметим вход в свежее дупло. Трудная работа плотника выпадает главным образом на долю самца. С давних времен, наблюдая за усердной работой дятла, человек задавался вопросом, как у того от такой деятельности не болит голова. Ответ был найден в особенностях черепа дятла. Энергия удара гасится благодаря особой конструкции утолщенных костей, это защищает мозг и избавляет птицу от головной боли. Клюв, строение тела и оперение дятла — все в высшей степени приспособлено к его местообитанию, зоне ствола дерева между землей и кроной. Необычайно крепкий клюв — основное орудие дятла. Клюв с острым концом у некоторых видов напоминает долото. Дятел ударяет им между волокон древесины и отделяет таким образом щепку. Но клюв нужен не только при выдалбливании дупла и добывании личинок из-под коры. Дятел использует его и для передачи известий. Далеко разносящаяся весной барабанная дробь выполняет ту же функцию, что и песня певчих птиц: служит для распознавания вида и обозначает занятую территорию.

У черного дятла, желны, барабанная дробь прямо выводится из движений выдалбливания дупла (опять ритуализация!), хотя по сравнению с исходной строительной деятельностью ритм и скорость сильно изменены. Если строящий дупло дятел хочет, чтобы партнер сменил его, он садится у входа и подчеркнуто медленно бьет по краю летка. Тогда партнер подлетает и сменяет его. Интересно, что тот же «сигнал смены» подается и насиживающей птицей, когда она призывает партнера сменить ее. Таким образом, это не специфическая просьба о смене при работе над дуплом, а вообще сигнал к смене.

---

* Сычик-эльф, или кактусовый сычик, обычно устраивается в дуплах, чаще всего выдолбленных в кактусах дятлами.

Но вернемся к заинтересовавшему нас дуплу. На дне изгибающейся вниз камеры нет никакого гнезда из травинок или перьев. Лишь немного древесной трухи и щепочек лежит как подстилка под белыми яйцами. Белая окраска яиц характерна для многих дуплогнездников, поскольку в темном дупле не нужна маскировка. Это не значит, что яйцам в дупле не угрожает никакая опасность. Особенно часто становятся они добычей древесных змей. Красноохлый, или сосновый, дятел (*Dendrocopos borealis*) создает специальное защитное приспособление против лазающего полоза *Elaphe obsoleta*, для чего выбивает вокруг входа в дупло много дырочек, из которых постоянно сочится липкая, возможно даже ядовитая, смола.

Под снегом и льдом

Насекомые, рыбы, пресмыкающиеся и птицы уже представлены нами как строители различных «детских». Они устраивают их в песчаной и глинистой почве, в галечном ложе чистых ручьев, в коре или древесине деревьев. Пока еще у нас совсем не было речи о млекопитающих. Пожалуй, стоит упомянуть о ледяной берлоге белой медведицы, растящей потомство в суровых полярных условиях.

Белые медведи обитают на огромной территории вокруг Северного полюса и хорошо приспособлены к климату своей негостеприимной родины. Белая маскирующая окраска облегчает им охоту на тюленей, главную их добычу. Большие размеры — отдельные гиганты достигают 3 м в длину и весят 800 кг — создают благоприятное отношение объема тела и излучающей тепло поверхности. Белые медведи, единственные среди сородичей, бегают на густо обросших шерстью подошвах. Ну и наконец, у них мы находим «детские», очень интересно приспособленные к крайне суровым условиям среды.

Беременная медведица выкапывает лапами с мощными когтями глубокую берлогу в сугробе или среди заметенного снегом пакового льда. Обычно она дожидается, когда снега нанесет побольше, и лишь тогда приступает к работе. Если заглянуть во вход, то в нескольких метрах в глубине видна высокая снежная куча. Но это не конец туннеля, а защитный вал, который задерживает холодный воздух и облегчает оборону от непрошеных гостей. Позади него находится ложе медведицы. В середине февраля она производит на свет обычно двух крошечных (величиной с крысу) слепых малышей. Первое время медвежата постоянно лежат на лапах матери, она греет их теплом своего тела, не спуская на ледяной пол «детской». Снаружи свирепствуют метель и буран, а в доме из снега и льда сравнительно тепло. В первые недели медведица не отходит от малышей, существуя только за счет резервов жира, которые обеспечивают и образование молока.

Каменщики и гончары

Теперь перейдем к тем животным, которые применяют в строительной технике различные цементирующие вещества. Используя такие связующие природные материалы, как глина и мокрая земля, животные часто дополняют их выделениями собственного тела. Обычно это бывает секрет слюнных желез. Иногда слюна — единственный строительный материал, как в гнездах стрижей саланган.

Но прежде рассмотрим ряд комбинированных гнезд как переход от рытья нор в субстрате.

Загадочные водопроводные краны

У читателя может создаться впечатление, что ученые давно прекрасно разобрались со всеми видами построек животных. Впечатление это обманчиво. Способ создания, а часто и назначение большинства конструкций животных далеко не всегда ясны. Даже у такого сравнительно хорошо изученного вида, как пчела стенная антофора (*Anthophora parietina*), мы встречаемся с загадками. Подойдем к строительной площадке антофоры в глинобитной стене обветшалого сарая. При ближайшем рассмотрении южная стена сарая пронизана множеством отверстий, от которых свисают изогнутые, примерно 4-см длины, трубочки — миниатюрные водопроводные краны, да и только!

У ведущей одиночный образ жизни стенной антофоры строят только самки. Сначала они челюстями выгрызают в глиняной стене вильчатый ход. Разумеется, в качестве стройплощадки используются и естественные глиняные стены — глинистые обрывы, откосы и т. п., — ведь антофоры существовали задолго до появления человека с его сарайчиками. В разветвленных ходах пчела устраивает последовательно три-четыре ячейки, в каждую помещает яйцо и запас нектара с пыльцой. Ячейки разделены глиняными стенками, вход запечатывается глиняной пробкой. Подмешенная к глине слюна придает стенкам ячеек и пробке повышенную прочность. Кроме того, высохшая слюна обладает сильной водоотталкивающей способностью, поэтому она хорошо защищает будущее потомство от сырости и плесени, пожалуй самых опасных врагов гнездящихся в земле насекомых.





Слева: стенная антофора у построенного гнезда. Внутри глиняной стены расположены гнездовые ячейки с запасом пыльцы и меда (в разрезе). Для защиты от сырости стенки ячеек пропитаны слюной.

Справа: гнездо четырехполосого галикта (*Halictus*) защищено от сырости иначе — вокруг глиняных сотов пчела выгрызает воздушное пространство и сами соты делает из переработанного субстрата (глиняная стена в разрезе).

В отличие от рассмотренных ранее примеров антофора не просто выбрасывает «пустую породу» из норки, а выкладывает из смоченных слюной комочков глины стенку вокруг входа, пока не получится странная, напоминающая водопроводный кран «прихожая». Особенно удивительно, что некоторые одиночные складчатокрылые осы сооружают точно такие же входные трубочки. Назначение этих странных конструкций до сих пор не ясно. Возможно, они вводят в заблуждение врагов, препятствуют проникновению излишней влаги или просто служат складом материала для запечатывания гнезда. С уверенностью можно сказать лишь, что особой нужды в них для сохранения потомства нет — оно надежно спрятано в толще глиняной стены и успешно развивается, даже если сильным дождем собьет все эти импозантные украшения «вестибюля».

Надземные сооружения вынуждены возводить те животные, кто почему-либо не может спрятать свое потомство в норы. На сухих камнях строит открыто расположенные ячейки пчела-каменщица (*Chalicodoma muraria*). Лицо сфинкса и каменные украшения на южной стене оранжереи замка Бельведер в Веймаре, например, местами густо покрыты их постройками. При выборе подходящего для гнезда места пчелы-каменщицы ориентируются обычно по контрасту освещенности. Южноевропейский вид охотно селится на теневой стороне колонн, избегая опасности перегревания. На зданиях с нарисованными колоннами, где возникает иллюзия затененной поверхности, пчелы ошибаются так же, как и люди, и сооружают гнезда в ложной тени, прямо на солнцепеке.

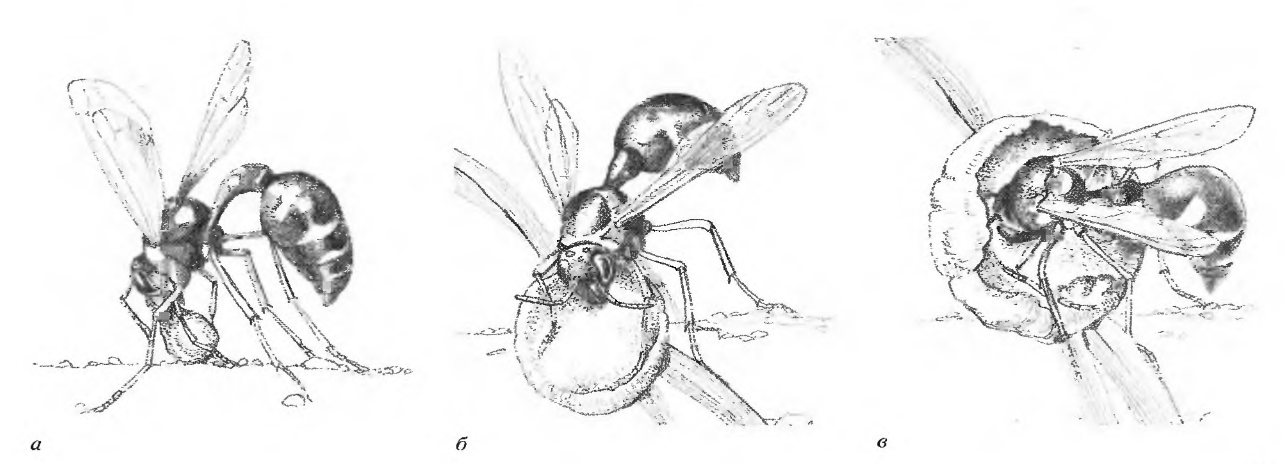
Строительство гнезда пилюльной осой:
а На подходящем глинистом месте самка отрыгивает воду, соскабливает влажную глину и делает из нее шарик.
б, в Постройка гнезда начинается сооружением плоской тарелочки, к которой оса прикрепляет принесенные комочки глины, формуя стенки сосуда. Оса всегда работает с внутренней стороны, поэтому та более гладкая, чем наружная.

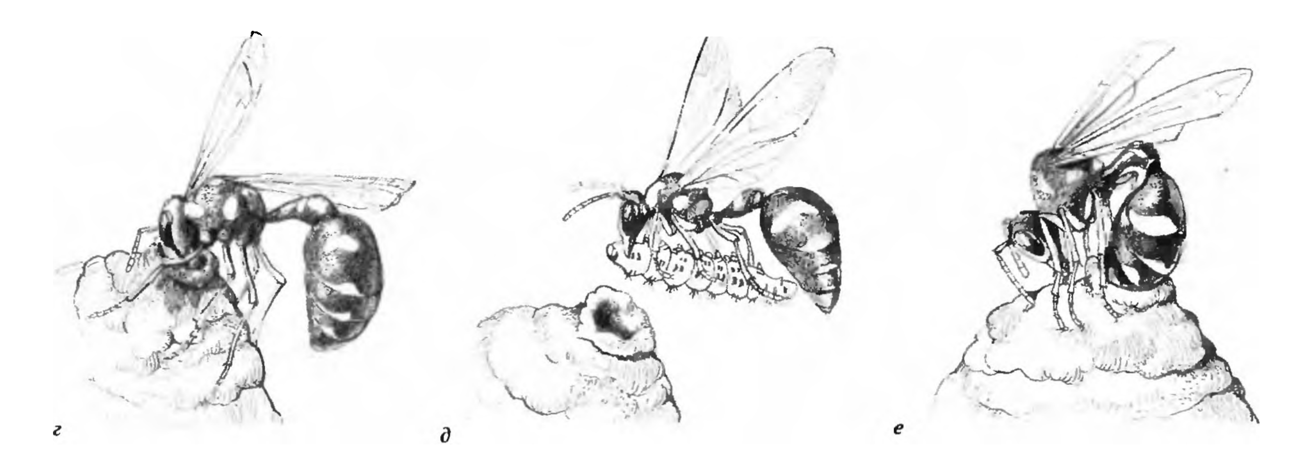
Из мелкого песка и пыли с добавлением собственной слюны самка пчелы-каменщицы формует «колбаски», относит к месту будущего гнезда и там начинает их обрабатывать. Строительство одной ячейки, заполнение ее медом и откладка яйца занимают около двух дней. Построив около десятка ячеек, плотно прижатых одна к другой, пчела дополнительно обмазывает их особенно прочным «раствором», который успешно противостоит всем капризам погоды. Не слишком внимательный человек и не догадается, что в неприметном комке засохшей плотной грязи скрывается «детская» со сладкими припасами. Вышедшему из куколок потомству еще предстоит поработать сильными челюстями, чтобы выбраться на свободу.

Новая жизнь из урны

Высокого «художественного» совершенства достигают напоминающие урну гнезда пилюльных ос (*Eumenes*). Из размягченной в воде глины эта одиночная оса формует «пилюлю» и, зажав ее между передними ногами и ротовым аппаратом, переносит к месту строительства. Затем она при помощи челюстей и серповидно изогнутых передних ног лепит тонкостенный сосуд, по форме удивительно похожий на урну для праха наших далеких предков, живших в бронзовом веке. Мало того, даже техника изготовления кувшина напоминает человеческую. Как и оса, гончар «строит» горшок или вазу слой за слоем из узких полосок глины. Сейчас это называют послойной керамикой. Не удивительно, что, по преданию североамериканских индейцев, гончарное искусство люди переняли от ос.

Как только самка *Eumenes* доделает кувшин, она начинает таскать в него парализованных гусениц бабочек или личинок жуков (для них это урна в прямом смысле слова). Наконец оса подвешивает на тонкой шелковинке яйцо и запечатывает горло кувшина комочком глины. Вылупившись из яйца, личинка осы может тут же приступить к еде.







г Завершение верхнего края сосуда.
д Оса приносит несколько парализованных гусениц.
е Откладывание яйца на внутреннюю стенку сосуда.
ж Запечатывание гнезда-кувшина. Позднее молодая оса проделает себе в стенке кувшина выход на свободу.

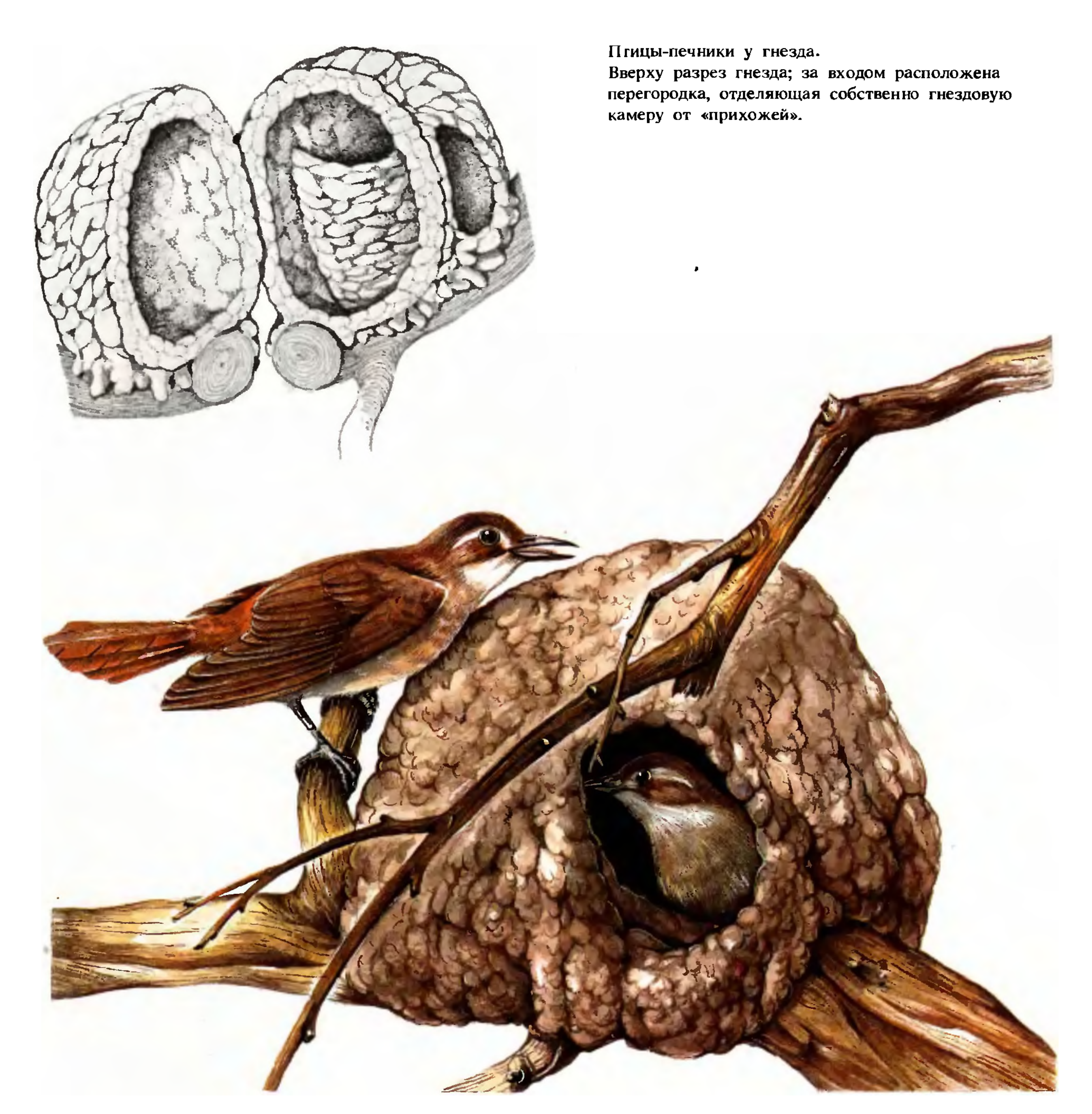
Птицы-печники

Искусные гончары есть не только среди насекомых. Южноамериканская птица рыжий печник (*Furnarius rufus*), как мы увидим, тоже вполне оправдывает свое имя. Научное название рода происходит от латинского слова furnus (хлебная печь), что само уже указывает на форму гнезда. И действительно, удивительное сооружение из глины, коровьего помета, соломы и веточек напоминает старинную печь для выпечки хлеба. Готовое гнездо весит 5—10 кг. На его постройку идет более 2000 комочков чистой глины весом от 2 до 5 г каждый, не считая других материалов.

Деятельность пары рыжих печников зависит от влажности почвы. После того как дожди хорошо промочат землю, в них просыпается стремление строить порой задолго до начала гнездового периода. Влажность почвы как стимул для сооружения гнезда очень важна, поскольку к началу периода гнездования (именно к этому времени у большинства птиц появляется стремление строить гнездо) земля уже высохнет и станет непригодной для строительных работ. На ветке, ограде, крыше дома птицы величиной с соловья лепят клювами и ногами сначала глиняный фундамент, затем боковые стенки, крышу и перегородки внутри помещения — в общем весьма сложную конструкцию с «прихожей» и мягко выстланной гнездовой камерой. Такой способ строительства, особенно узкий проход между перегородкой и крышей, гарантирует потомству надежную защиту от врагов. Но птенцы должны успеть вырасти к началу лета — ведь под палящими лучами тропического солнца глиняный дом превратится в настоящую печку, в которой жить станет невозможно.

Далеко не у всех представителей обширного семейства печниковых (Furnariidae) гнезда-печи из глины и земли. Многие виды строят свои гнезда-шалаши, как все «нормальные» птицы: из веточек, травы и перьев; другие лепят из глины не все гнездо, а только часть его. Такое поведение можно наблюдать и у других птиц. Наш обыкновенный поползень (*Sitta europaea*), к примеру, заделывает мокрой глиной слишком крупное для него дупло, суживая входное отверстие до необходимого размера. Еще более удивительно подобное поведение у птиц-носорогов.

За одним исключением, самки птиц-носорогов (Bucerotidae), обитающих в тропической Африке и Азии, весь гнездовой период на протяжении нескольких недель не покидают дупла, вход в которое тща-



Птицы-печники у гнезда.
Вверху разрез гнезда; за входом расположена перегородка, отделяющая собственно гнездовую камеру от «прихожей».

тельно замурован. Остается лишь узкая щель, через которую самец передает самке пищу и забирает ее помет. В старых книгах можно прочесть, что «жестокий» самец замуровывает самку «в темницу». Это неправда. Самец только носит партнерше строительный материал. Самка сама готовит замазку из влажной земли, помета и остатков пищи (некоторые виды используют в качестве цементирующего материала еще слюну) и боковыми ударами клюва заделывает вход в дупло. Так что замуровывает себя она сама. Прочность мнимых «тюремных» стен оказывается почти идеальной защитой для матери и потомства, в то время как самец неустанно добывает для всей семьи пропитание. У одних видов самка выходит «на волю» вместе с подросшими молодыми лишь через 3-4 месяца; у других она покидает «темницу» раньше, чтобы помочь самцу кормить птенцов, которые и не пытаются следовать за матерью, а сами вновь себя замуровывают. Такое поведение спасает от многих врагов, жертвой которых могли бы стать еще не способные к полету молодые птицы. Лишь полностью оперившись, они окончательно взламывают запоры. Правда, птенцы вылупляются из яиц не одновременно, потому и взрослеют не все разом. Бывает, что





Глиняные гнезда ласточек.
Слева: рыжепоясничная ласточка (*Hirundo daurica*) у своего похожего на реторту гнезда.
Справа: скальные ласточки (*Petrochelidon ariel*) лепят под нависающим уступом скалы вплотную друг к другу похожие на бутылки гнезда.

старшие птенцы ломают стенку, а их младшие братья и сестры тут же старательно заделывают возникающую брешь.

Птицам-носорогам свойствен еще ряд особенностей, связанных с их строительной деятельностью, в том числе быстрая линька. Как и все птицы, они в определенное время меняют оперение. Сидя в замурованном дупле, самка так быстро сбрасывает маховые и рулевые перья, что теряет способность летать. Это очень полезное приспособление — чем быстрее выпадут старые перья, тем больше времени останется для роста новых. Правда, такая линька имеет смысл только при достаточной безопасности, и, вероятно, именно замуровывание является предпосылкой для быстрой смены оперения, так как не загнездившиеся в этот год самки линяют постепенно, не теряя способности летать.

Самец калао, или большой индийской птицы-носорога (*Buceros bicornis*), снабжает замурованную самку пищей (дупло показано в разрезе).

Лепят гнездо из глины, ила и земли также многие виды ласточек. Форма их гнезд варьирует от чашевидной до колбовидной с длинным горлом (у скальной ласточки и др.). Поговорим подробнее о постройке гнезд двумя самыми известными нашими ласточками — деревенской *(Hirundo rustica)* с длинным вильчатым хвостом и красновато-бурым горлом и городской *(Delichon urbica)* с белым надхвостьем и белой брюшной стороной тела. Исходно — да и сейчас в малонаселенных областях — оба вида гнездились в скалах и вряд ли были обычны в Центральной Европе. Лишь развитие цивилизации, сопровождавшееся раскорчевкой лесов и появлением множества новых искусственных «скал» — ведь именно так воспринимают ласточки наши здания, — позволило им расселиться по Европе. Расселению способствовало и то, что главные враги ласточек — соколы — избегают близости человеческих селений, тогда как пищевые объекты — мухи и другие насекомые, — наоборот, привлекаются постройками человека, хлевами и конюшнями. Как видим, человек не всегда угрожает существованию диких животных, наоборот, есть виды, извлекающие для себя выгоду из соседства с ним. Таких животных называют синантропными.

И как показывает пример крыс и воробьев, здесь возникают порой трудные проблемы уже для нас.

В некоторых районах с малой плотностью населения и сейчас оба вида ласточек гнездятся в естественных биотопах. Так, мне попадались деревенские ласточки, гнездящиеся под нависающими берегами Кубани и монгольских рек, а городских ласточек я встречал в скальных массивах Кавказа и Алтая, а также на меловых утесах острова Рюген (ГДР).

Гнезда этих ласточек легко различимы. Деревенская ласточка строит свое чашевидное гнездо почти всегда внутри человеческих строений: в кибитках кочевников азиатских степей, в сараях, хлевах и других хозяйственных постройках вплоть до танцевальных залов. Деревенские жители иногда говорят, что стоит оставить на несколько часов открытым окно в «зале», как ласточки тут же облюбуют какой-нибудь угол комнаты и «отделают» его глиной, начав строить гнездо.

Гнезда селящихся колониями городских ласточек, напротив, обычно располагаются на наружных стенах. Весной часто можно увидеть этих черно-белых птичек у луж или деревенских прудов, занятых поисками строительного материала. Из влажной земли, которую они тщательно перемешивают с обильной слюной (к периоду размножения их слюнные железы сильно увеличиваются), взрослые птицы лепят полушаровидное гнездо с маленьким отверстием-летком у верхнего края.

Слюна — от связывающего средства до своеобразного строительного материала

Уместно еще раз подчеркнуть важную роль слюны как строительного материала, созданного самим животным. На примере нескольких видов мы уже познакомились с ней как универсальным склеивающим веществом. Вспомним пчелу антофору, птиц-носорогов и ласточек. Однако самые удивительные случаи применения слюны наблюдаются у представителей семейства стрижей. Одного из них — черного стрижа (*Apus apus*) — все мы, будь то горожане или сельские жители, наверняка не раз видели. Трудно не заметить в летнем небе этих стремительных черных птиц с серповидными крыльями и еще труднее не услышать их пронзительного верещания. Правда, многие ошибочно принимают их за ласточек. Кое-где стрижей даже называют «башенными ласточками». И тем не менее стрижи не имеют с ласточками ничего общего, кроме сравнимого образа жизни да некоторого внешнего сходства. И родственники они вовсе не ласточкам, а экзотическим птичкам колибри. Трепещущие над цветками крошечные колибри и охотящиеся в прозрачной синеве неба черные стрижи — близкие родичи. Такое утверждение, наверное, удивит многих, однако оно правильно. Здесь мы столкнулись с явлением, которое называется конвергенцией (сходные приспособления у неродственных форм, вызванные одинаковыми условиями жизни). Именно поэтому ласточек и стрижей часто путают и раньше считали близкими родственниками.

В процессе эволюции конвергентно может развиваться не только форма тела, но и поведение животных, что отражается в сходстве их построек. Чтобы лучше понять это явление, воспользуемся сравнением ласточек и стрижей.

Несмотря на ряд одинаковых приспособлений, черных стрижей тем не менее легко отличить от ласточек. Как истинные «небожители», они летают с большей скоростью, чем ласточки (иногда до 180 км/час), и, пожалуй, вообще являются самыми быстрыми летунами. Приспособление к жизни в воздухе зашло так далеко, что они могут провести в полете целый день. Эти птицы способны в воздухе есть и пить, на лету спариваться, по-видимому, даже спать и выуживать из воздуха необходимый для гнездостроительства материал. Растительный пух, перышки, кусочки бумаги и другой легкий материал черный стриж склеивает быстро затвердевающей слюной, чтобы потом где-нибудь в дупле или скальной трещине, в различных нишах зданий соорудить простое чашевидное гнездо. А если приглянувшееся место уже занято гнездом другой птицы, к примеру воробья или скворца, стриж буквально заплевывает его вместе с яйцами или птенцами, используя затем как основу для собственного гнезда.

Слюна в качестве цементирующего средства и строительного материала играет важную роль при постройке гнезд и у других видов стрижей. Живущий в Центральной и Южной Америке кайенский стриж (*Panyptilla cayennensis*) на протяжении шести месяцев клеит из волосков животных, растительных волокон и перышек, хорошо перемешанных со слюной, длинную, более 60 см, открытую снизу трубу, прилаживая ее к стволу дерева или выступу скалы. Какая работа для птицы длиной всего 14 см! Яйца лежат надежно спрятанные на выступе внутренней стенки чуть выше середины трубы, причем в верхней части трубы есть еще один, ложный, вход, оканчивающийся слепо.

Несравненно меньше затрат требуется на постройку гнезда пальмовому стрижу (*Cypsiurus parvus*), распространенному в тропиках Восточного полушария. Из подхваченных на лету легких пушинок он клеит с помощью все того же универсального средства крошечное в форме ложки гнездо на нижней стороне свисающего пальмового листа. При малейшем дуновении ветерка бахромчатый лист начинает угрожающе раскачиваться. Спрашивается, каким же образом яйца и птенцы не вываливаются из столь зыбкой колыбели? Ответ удивительно прост: оба яйца приклеены слюной к дну гнезда, а птенцы сразу же после вылупления намертво вцепляются в свою







Гнезда стрижей из слюны и добытых в полете строительных материалов.
Вверху: черные стрижи строят простые чашевидные гнезда, тогда как пальмовый крепко приклеивает яйца к ложковидному гнездышку, укрепленному на свисающем листе пальмы. Кайенский стриж сооружает длинное (до 60 см) гнездо-трубу.
Из всех птиц самые маленькие в сравнении с величиной тела гнезда строят хохлатые стрижи. Они приклеивают свое крошечное гнездо к ветви дерева.
Внизу: гнездо кайенского стрижа, показанное в разрезе.

воздушную колыбель и висят так неделями, как перед этим висели насиживающие птицы.

Однако, сколь ни малым кажется нам гнездо-ложечка пальмового стрижа, бывают гнезда еще меньше. Стриж *Hemiprocne mystacea* с Новой Гвинеи и прилежащих островов, относящийся к близкому семейству древесных, или хохлатых, стрижей, сооружает по сравнению с собственной величиной самое маленькое среди птиц гнездо. Сбоку к ветке дерева приклеивает он миниатюрное гнездышко из кусочков коры, перьев и слюны. В таком гнезде места хватает только на одно яйцо, которое для верности тоже приклеивается. Снизу постройка выглядит как нарост на ветке. В отличие от настоящих стрижей хохлатые гнездятся открыто. Это позволило им завоевать совершенно новое местообитание — густой лес, но создало и новые проблемы. Ведь затвердевшая слюна может быть вновь размягчена водой. Настоящим стрижам это не опасно, так как они гнездятся в укрытиях или, во всяком случае, под защищающими от дождя навесами. Чтобы выжить, хохлатые стрижи должны были избрать иной путь. Именно в нем и находится объяснение удивительно малых размеров гнезда: насиживающая птица ухитряется полностью прикрыть его своим оперением во время частых тропических ливней. Постройка большего размера буквально расползлась бы у нее под ногами. Но так как приклеенная к ветви поверхность мала, возникает другая опасность: как бы насиживающая птица своим весом не оторвала гнездо. Ей остается лишь одно — перенести центр тяжести тела с гнезда на ветку. Наиболее благоприятное сочетание распределения нагрузки и защитного действия достигалось



Саланганы строят белые гнезда из чистой слюны. Это и есть всемирно известные съедобные «ласточкины гнезда».

бы при положении птицы поперек ветки, и, действительно, именно такое положение преимущественно и принимают насиживающие взрослые птицы. При этом они полностью прикрывают гнездо распушенными перьями брюшка. Однако яйцо нужно не только прикрыть, но и согреть собственным теплом. Для этого требуется, чтобы оно лежало в гнезде достаточно высоко, а ветка не была бы слишком толста. К тому же она должна быть горизонтальной, иначе дождевая вода в конце концов попадала бы в гнездо, а результат плачевный — «суп из гнезда». В природе такое встречается весьма редко, и все же идея размягчения стрижиных гнезд показалась когда-то человеку заманчивой, хотя и в отношении гнезд других стрижей — саланган.

Каждый, наверное, слышал или читал о супе из ласточкиных гнезд. Слухи об этом деликатесе китайской кухни достигли Европы несколько столетий назад. Тогда еще не знали состава съедобных гнезд и думали, что птицы приносят с морского побережья и как-то перерабатывают некое вещество вроде спермацета или рыбьих молок. Сейчас известно, из чего в действительности состоят эти гнезда — из слюны их создателей саланган. Надо сказать, что знание состава оригинального лакомства, которое китайские повара приправляют не менее экзотическими специями, не отбило охоты к нему, хотя, между прочим, очевидно, что оно почти не переваривается и практически не имеет никакой питательной ценности. Саланганы относятся к семейству стрижей. Они живут в Южной Азии и на прилегающих островах. Не все виды строят драгоценные «белые» гнезда из чистой слюны. Некоторые в качестве дополнительного стройматериала (это был, вероятно, исходный способ постройки гнезд) используют растительный пух, мох и перья. Такие гнезда, хотя и сдобренные натуральной «зеленью» (а, может быть, именно потому), куда меньше ценятся у гурманов.

Саланганы гнездятся колониями в пещерах и под нависающими скалами. В начале строительства гнезда они раз за разом подлетают к облюбованному месту и языком наносят на каменную основу липкую тягучую слюну. Так получается полукруглое дно, а потом слой за слоем надстраиваются стенки гнезда. Готовое гнездо напоминает тоненькую просвечивающую белую чашечку, в которой без какой-либо подстилки лежат яйца. Если снять только что законченное гнездо, саланганы тут же принимаются строить новое. А так как обычно они гнездятся два-три раза в году, то кое-где удается собирать по четыре «урожая». Миллионы гнезд сбивают с пещерных стен сборщики, взбираясь по шатким бамбуковым подмосткам. Это опасное занятие многим из них стоит жизни.

Воздушные конструкции

В только что рассмотренных нами примерах строительной деятельности животных важную роль играет вещество собственного тела, а именно особый секрет слюнных желез. Без «собственных» стройматериалов невозможны и те постройки, о которых сейчас пойдет речь, хотя они могут быть разного происхождения. Зато принцип конструкций у них один — использование пузырьков воздуха, окруженных стабилизирующей оболочкой, иначе говоря, пены. Как стройматериал пена имеет некоторые важные преимущества: она легка, ее можно по-разному использовать и создается она с минимальными затратами из воздуха и небольшого количества каких-либо выделений тела животного.

Плот из пены

Янтина (род *Janthina*) дрейфует по глади теплых морей с помощью самостоятельно изготовленного пенистого плота. Эти моллюски регулярно встречаются в стаях главной своей добычи — медуз-парусников, на которых, правда, могут напасть, если те случайно наткнутся на безобидный с виду плотик.

Нога моллюска с сине-фиолетовой раковиной больше не служит ему для ползания. В ходе эволюционного развития вида она превратилась в орган, специализирующийся на создании пены. Сооружая плот, моллюск раз за разом приподнимает над поверхностью воды покрытую слизью и свернутую



Пенистый «плот» янтины. Под пузырьками воздуха укреплено до 500 коконов с 2,5 миллиона яиц.

ложечкой подошву. Затем смыкает края ноги над полукруглой ямкой подошвы и погружает ногу с захваченным таким образом воздушным пузырем под воду. Здесь порция воздуха одевается оболочкой из затвердевающей слизи и получившийся воздушный баллон приклеивается к плоту. Каждые тридцать-сорок секунд готов новый пузырь. Склеивая вместе по 6—10 пузырьков, янтина строит воздушную спираль длиной до 12 м и шириной около 2 см. Без своей воздушной конструкции она утонула бы в океане. Кроме того (и это нам особенно интересно), пенистый плот служит ей выводковой камерой. Моллюск-гермафродит помещает между пузырьками воздуха до 500 коконов с 2,5 миллиона яиц. Немногие из счастливо избежавших встречи с врагами молодые янтины, завершив стадию свободно плавающей личинки, начинают строить собственный плотик.

Конструкция пенистого плота при всей своей простоте столь удачна, что было бы странно, если бы и другие животные не «изобрели» того же. И действительно, кроме моллюсков слизь как строительный материал для «детских» используют также насекомые, например богомолы, рыбы и земноводные.

Пенистое гнездо бойцовой рыбки

Одна из широко известных аквариумных рыб — бойцовая рыбка (*Betta splendens*) родом из Индокитая. Яркость окраски этих рыбок необычайно усиливается во время схватки соперников и при спаривании. В этих маленьких пятисантиметровых существах кроется столько агрессивности и боевого задора, что в странах Юго-Восточной Азии издавна используют их для устройства поединков: в один сосуд сажают двух рыбок и спорят на пари, какая из них скорее оборвет другой плавники.

На воле каждый самец к периоду нереста владеет определенной территорией. Этот участок водоема нужно защищать от самцов того же вида — именно здесь и кроется смысл и необходимость их драчливости. Столкновения обычно происходят у границ охраняемой территории и не приводят к серьезным повреждениям, так как проигравший может бежать. Смертельные бои в аквариуме спровоцированы малой территорией и в принципе противны природе животных.

Внутри своего участка самец бойцовой рыбки обычно плавает у поверхности воды, хватая воздух и выпуская его маленькими пузырьками, которые вскоре лопаются. Однако под влиянием гормонов к периоду нереста выделяющие слизь бехеровские клетки во рту рыбок достигают максимума активности, и тогда выпущенные пузырьки одеваются тонкой слизистой оболочкой. Теперь они уже не лопаются, а кучкой собираются на поверхности воды, образуя пенистое гнездо. Появилась, кстати, и самка, за которой оживленно ухаживает сверкающе красный или синий самец. В ходе брачной церемонии тесно обвившиеся партнеры одновременно выделяют половые продукты. Заботы самки на этом заканчиваются. Самец же собирает опустившиеся на дно оплодотворенные икринки и выплевывает их затем в пенистое гнездо. После выхода из икринок мальков он охраняет свое потомство, надстраивая гнездо и возвращая в него беглецов. Примерно спустя неделю пенистое образование разрушается, отцовский инстинкт самца угасает и мальки уплывают своей дорогой.

К чему, собственно, такая затрата сил и почему именно на поверхности воды в пенистом плотике выращивается молодь? Не проще ли оставить икринки на дне или закопать в песок, как это делают лососи? Оба варианта означали бы для потомства бойцовых рыбок верную гибель. Дело в том, что большинство лабиринтовых рыб (Anabantidae), к которым относится и бойцовая рыбка, живут в крайне бедных кислородом водоемах. Они выжили только потому, что обзавелись лабиринтом, особым дополнительным органом дыхания, который позволяет рыбе использовать кислород воздуха. Вот откуда захватывание пузырьков воздуха и выплевывание их — так рыбка дышит, и вот откуда в ходе эволюции возникло строительство гнезд. У эмбрионов еще нет приспособлений к использованию кислорода воздуха, поэтому у них нет шанса выжить на дне водоема, где наибольший дефицит кислорода. Только у поверхности воды можно удовлетворить их потребности в кислороде. Теперь пенистое гнездо кажется просто необходимым «изобретением», так как оно держит яйца у поверхности и, возможно, обеспечивает даже газообмен с воздушной средой. Бойцовые рыбки — яркий пример тому, как условия окружающей среды навязывают виду приспособление, морфологическое (дополнительное дыхание с помощью лабиринта) или выраженное в особенностях поведения и строительной деятельности (забота о потомстве и пенистое гнездо). Сооружения, которые одному виду

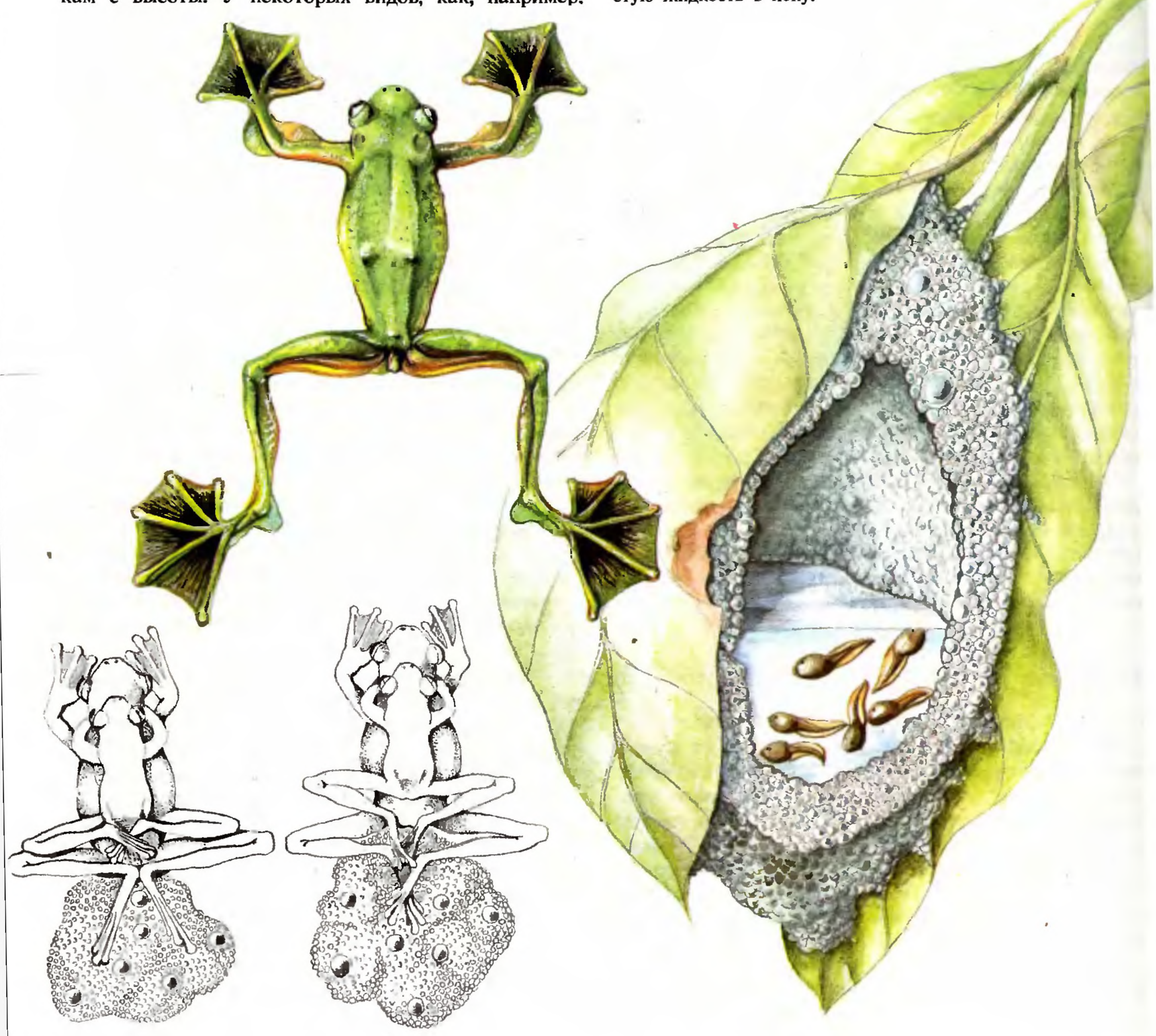
создают оптимальные условия для развития, как, например, галечная постель для икринок лосося, омываемая богатой кислородом водой, при изменившихся условиях среды могли бы для другого вида оказаться смертельно опасными.

Лягушки, взбивающие пену

Веслоногие лягушки (сем. Rhacophoridae), как и лабиринтовые рыбы, в высшей степени «подстроены» под свою среду. Только живут они не в бедной кислородом воде, а среди ветвей деревьев и кустарников. Их тело удивительно приспособлено к лазанью, прочному присасыванию к субстрату и даже к прыжкам с высоты. У некоторых видов, как, например, у яванской веслоногой лягушки (*Rhacophorus reinwardti*), между пальцами имеется тонкая перепонка, действующая во время прыжка как парашют, так что падение превращается в планирующий полет.

Своеобразна и биология размножения этого семейства бесхвостых земноводных. В противоположность большинству других представителей отряда они не нуждаются в воде при откладывании яиц: самки

Яванская веслоногая лягушка и ее пенистое гнездо. Внутреннее содержимое гнезда разжижается в ходе развития икры, так что возникает миниатюрный водоем для головастиков.
Внизу пара лягушек во время икрометания. Самец сидит на спине самки и помогает взбивать слизистую жидкость в пену.



откладывают икру в пенистые гнезда на свисающих над водой ветках, листьях или на камнях у берега водоема. Вместе с икринками они выделяют из клоаки слизистую жидкость, которую взбивают задними ногами в густую пену. Во время спаривания самцы сидят на спине у самок, осеменяя выделяющиеся икринки. У некоторых видов они принимают участие во взбивании пены. После икрометания самка своими длинными ногами формует из слизистой массы яйцевидный ком и крепко прижимает к нему расположенные рядом листья, чтобы они со всех сторон окружали кладку. Белая поначалу слизь вскоре становится снаружи буроватой и подсыхает, а внутри по мере развития яиц разжижается. Так создается для головастиков миниатюрная лужица, в которой они живут за счет запаса желтка, пока тропический дождь не смоет их вместе с родным домом в воду. До этих пор экскременты задерживались в кишечнике головастиков, что препятствовало загрязнению их ограниченного местообитания. В воде они развиваются дальше, как «нормальные» головастики, превращаясь в маленьких лягушат. А молодь некоторых видов покидает пенистое гнездо уже в виде «готовых» лягушечек, что представляет, несомненно, высшую степень приспособления к жизни на деревьях.

Янтина, бойцовая рыбка и веслоногая лягушка стабилизируют пену из пузырьков воздуха с помощью жидких выделений. Другой путь для сохранения воздушного пузыря избрал один из пауков, поселившийся под водой.

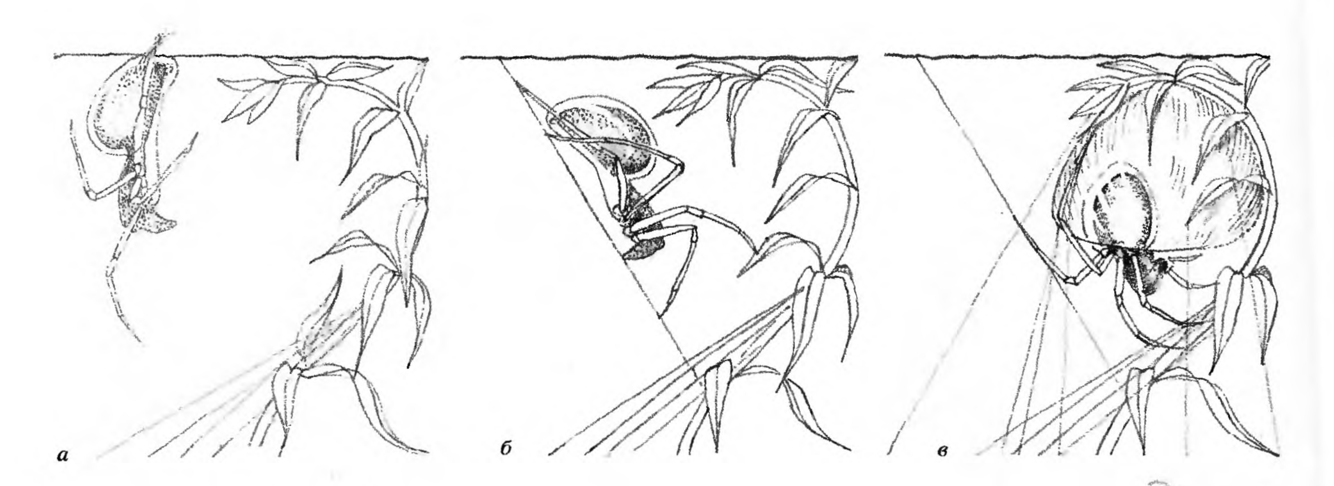
Водолазный колокол водяного паука

В предшествующих главах мы уже обсуждали некоторые интересные особенности жизни пауков — создание ими ловчих сетей, разнообразные методы охоты, — но еще не упомянули об одной из самых замечательных искусниц, самке водяного паука-серебрянки (*Argyroneta aquatica*). Многих читателей, возможно, удивит сам факт существования паука, вернувшегося в водную среду после большого числа поколений дышащих воздухом наземных предков. И паук этот вовсе не редок в мелких, богатых кислородом водоемах Европы и Азии. Удивительным образом жизни, столь необычным для пауков, и своеобразной строительной деятельностью он уже давно привлек внимание исследователей. Так, еще в 1749 году ученые занимались изучением вопроса, чем объясняется серебристый блеск брюшка паука, похожего на шарик ртути, откуда, собственно, и пошло научное название *Argyroneta* (argyros — серебро, netos от neein — плести паутину) *aquatica* (aqua — вода, то есть живущий в воде). Уже тогда поняли, что блестящий налет создается слоем воздуха. А сейчас стало известно, что воздушная оболочка на теле паука удерживается благодаря особому строению покрывающих тело волосков. Через стенку тела и воздушную оболочку идет постоянный газообмен с окружающей водой. При этом воздушная оболочка функционирует как «жабра»: выдыхаемая двуокись углерода диффундирует в воду, а из воды поступает кислород.

Обычно серебрянка хотя бы раз в день поднимается на поверхность, чтобы обновить воздух в своей газовой оболочке. Сходными приспособлениями обладают и некоторые водные насекомые, однако водяной паук во многих отношениях превосходит их. Благодаря способности плести паутину он создает под водой подобие водолазного колокола с запасом воздуха, что позволяет ему не так часто появляться на поверхности воды. В эксперименте паук безвылазно прожил под водой около трех недель! Где-нибудь в тихом месте, обычно среди зарослей водных растений, он начинает плести редкую «крышу» из слабо натянутых паутинных нитей. Теперь надо доставить с поверхности большой пузырь воздуха. Это просто сказать, но трудно сделать, поскольку воздух много легче воды и стремится вверх. Серебрянка преодолевает эту трудность тем же способом, что и наземные пауки, «привязываясь» прочной нитью к начатому сооружению. Паук тянет ее за собой наверх, а затем по ней спускается вниз, когда тащит свой «груз» (заодно нить указывает пауку прямой путь к дому). Воздушные пузыри — а их после первого будет еще штук десять — сбрасываются под паутинной крышей и тщательно закрепляются паутинными нитями. Спустя час-полтора возникает многократно оплетенный и надежно закрепленный открытый снизу воздушный колокол около 2 см в поперечнике.

Для различных жизненных ситуаций используются разные типы воздушных конструкций, причем один тип в другой переделать довольно просто и быстро. Кроме жилых колоколов известны кормовые и зимовочные, колокола, сделанные специально для линьки, для откладывания яиц или спермы, и все они отличаются величиной, формой и способом сооружения. Хотя наше внимание в этой главе сосредоточено главным образом на гнездовых конструкциях, мы помимо яйцевого колокола опишем вкратце и другие типы. Постройки серебрянки представляют почти идеальный случай для иллюстрации нашего утверждения о том, что строительная деятельность животных всегда является функциональным выходом из определенных жизненных обстоятельств и только под таким углом зрения может быть понята.

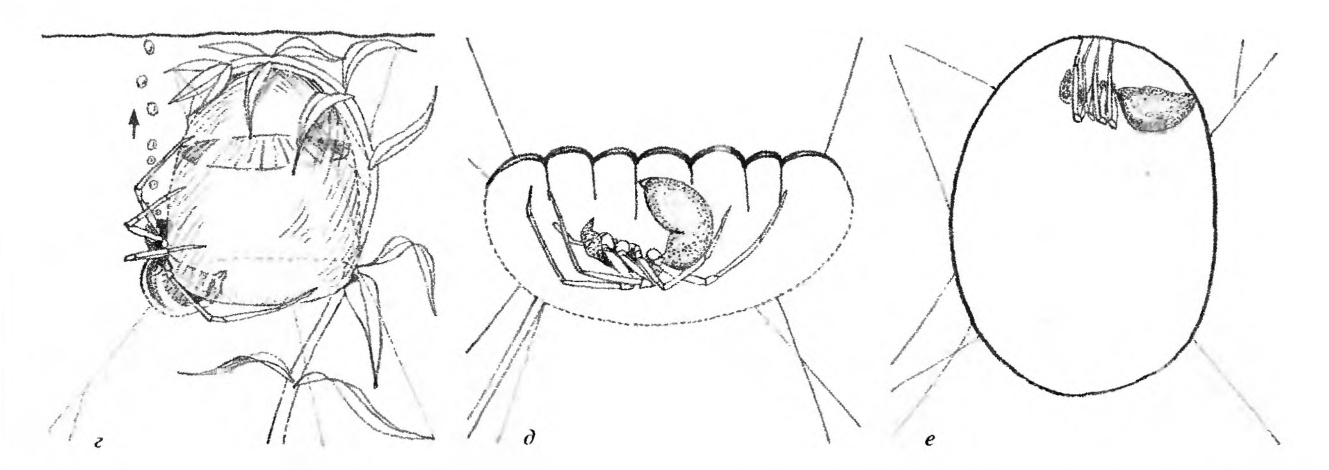
Наиболее часто встречающийся тип — кормовой колокол. Этот вариант колокола первым плетут также молодые паучки. Овладев добычей, паук (если у него еще нет жилого колокола) тут же начинает строить простой водолазный колокол, в котором должно быть достаточно места для хозяина с добычей. У очень голодного паука, правда, колокол



Отдельные этапы сооружения подводного колокола и разные типы колоколов серебрянки (схематично):
а Самка захватывает воздушный пузырь с поверхности воды.
б По ведущей нити она спускается к уже сплетенной паутинной крыше.
в Выпускает несколько пузырей воздуха и усиливает паутинную оболочку колокола.

бывает столь мал, что туда помещается только добыча и ротовой аппарат паука.

Соответственно своему назначению кормовой колокол — сооружение недолговечное: воздух, его наполняющий, быстро исчезает. Однако с небольшими затратами его можно переделать в более стабильный жилой колокол, где позднее паук и будет съедать добычу. Бродячие самцы редко строят жилой колокол, предпочитая каждый раз наскоро сооружать кормовой. Вспомнив способ питания пауков (внешнее пищеварение, см. с. 18), мы поймем необходимость всей этой возни: впрыскивание пищеварительных соков производится через довольно крупное отверстие и возможно только в воздушной среде. Таким образом, именно жилой или кормовой колокол делает вообще возможной подводную жизнь паука. Конечно, важно сооружение и стабильных, со всех сторон замкнутых колоколов для линьки и зимовки, и специального колокола, где самец готовится к спариванию и плетет маленькую сеть для спермы, и яйцевого колокола, в котором потомство



г Самка удаляет использованный воздух из яйцевого колокола.
д На крыше брачного колокола самец плетет маленькую сеть для спермы.
е Линяющий паук в замкнутом со всех сторон воздушном колоколе. Это же убежище паук использует для зимовки.

серебрянки появляется на свет — хотя и в подводном мире, но в воздушной среде. Перед откладкой яиц самка строит новый стабильный колокол или укрепляет уже использованный жилой, заботливо маскирует его снаружи частями растений и натягивает внутри горизонтальную сеть. В верхнюю камеру паучиха помещает до четырех коконов по 30—90 яиц в каждом, в нижней находится сама, охраняя свое потомство. Хотя водолазный колокол тоже действует в известном смысле как «жабра», в нем быстро накапливается азот, поэтому воздух яйцевого колокола приходится часто обновлять.

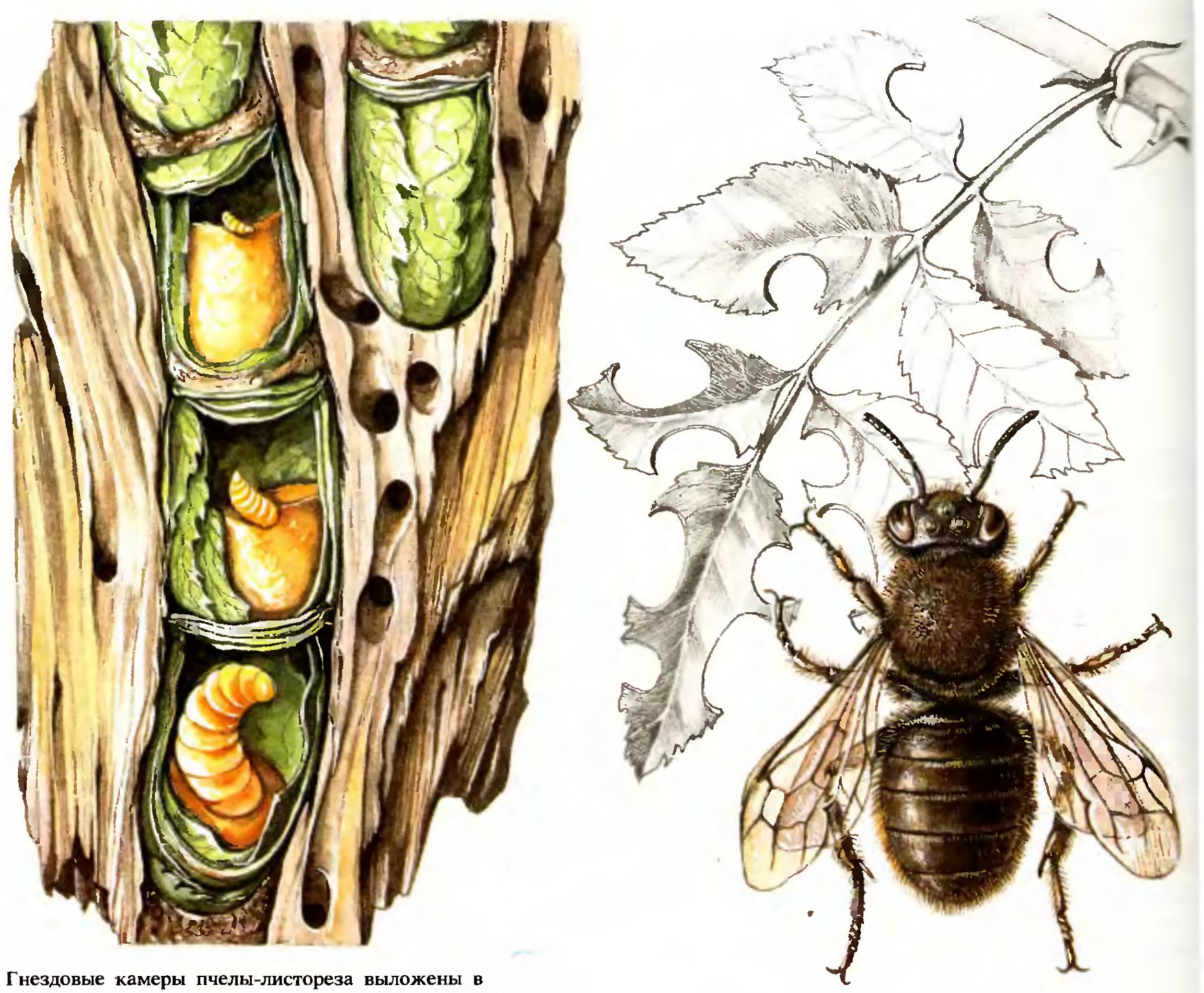
Листовертки и птицы-портнихи

Почти повсюду на Земле есть растения. Они — основа жизни всего животного населения нашей планеты. Многие растения имеют листья — практически неисчерпаемый запас стройматериалов для тех, кто сумеет его использовать. Не удивительно, что самые различные группы животных применяют листья то в качестве теплой гнездовой подстилки, то как «водоотталкивающую обивку» в сырых ходах, а то и как особый материал, из которого сооружаются «детские». Специфические свойства листа как строительного материала привели к выработке на удивление сходных особенностей поведения у самых разных строителей.

Летом на розах, сирени и других растениях часто попадаются листья с аккуратными круглыми и овальными дырками. Это работа пчел-листорезов (*Megachile*), которые острыми челюстями вырезают кусочки листа, свертывают их и несут к гнезду. Они затаскивают (порой после нескольких попыток) кусочки внутрь, в ходы, проделанные в трухлявой древесине. Здесь пчела развертывает листочек и крепко прижимает его к стенке гнездовой камеры. Из нескольких овальных кусочков получается нечто вроде наперстка или кончика сигары. Круглые кусочки используются как крышки, причем крыша одной камеры одновременно служит полом для следующей и так до тех пор, пока весь ход не будет заполнен зелеными наперсточками. Пчелы-листорезы поступают при этом так же, как каменщики, прокладывающие между фундаментом и каменной кладкой стен слой изоляции для предохранения дома от грунтовой влаги. Правда, пчеле приходится изолировать всю конструкцию, что крайне необходимо для выживания в вечно влажных тропиках, а ведь именно здесь встречается большинство пчел-листорезов (всего их более 1000 видов). Вероятно, и виды, обитающие в зоне умеренного климата, принесли метод изоляции яйцевых камер из тропиков, где жили их предки. Возможно, дубильные вещества листьев, кроме того, препятствуют появлению плесени. В каждой камере находятся «пирожное» из пыльцы и нектара и одно яйцо. Пчелы-листорезы устраивают гнездовые камеры в полых стеблях растений, в чужих или самостоятельно проделанных ходах в древесине, а также в трещинах камней или в земле. В любом случае дальше всего от входа оказывается самая старшая личинка, раньше других заканчивающая развитие. Однако дорога к выходу старшим закрыта камерами младших братьев и сестер. Приходится ждать, «пока не выйдут все сидящие ближе к выходу пассажиры».

Другая возможность соорудить из листа «детскую колыбельку» — свернуть живой, еще висящий на ветке лист. Этот путь, позволяющий не трудиться над сооружением подходящей полости в субстрате, избрали представители разных классов животных.

Например, яркая южноазиатская улитка *Cochlostyla leucophthalma* прячет потомство в листовую



Гнездовые камеры пчелы-листореза выложены в трухлявой древесине листьями. На рисунке камеры частично вскрыты, так что видны личинки на разных стадиях развития.
Интересно, что самка «вырезает» из листьев розы овальные кусочки для облицовки стенок и круглые для крыши камеры.

воронку. Для этого она устраивается поперек листа, загибает задний конец ноги на его нижнюю сторону и склеивает слизью свернутый в кулечек лист. Чтобы воздуха хватало для развития сорока яиц, каждое величиной почти с горошину, мамаша выгрызает дырочки в одной половинке листа и затягивает их тонкой слизистой пленкой.

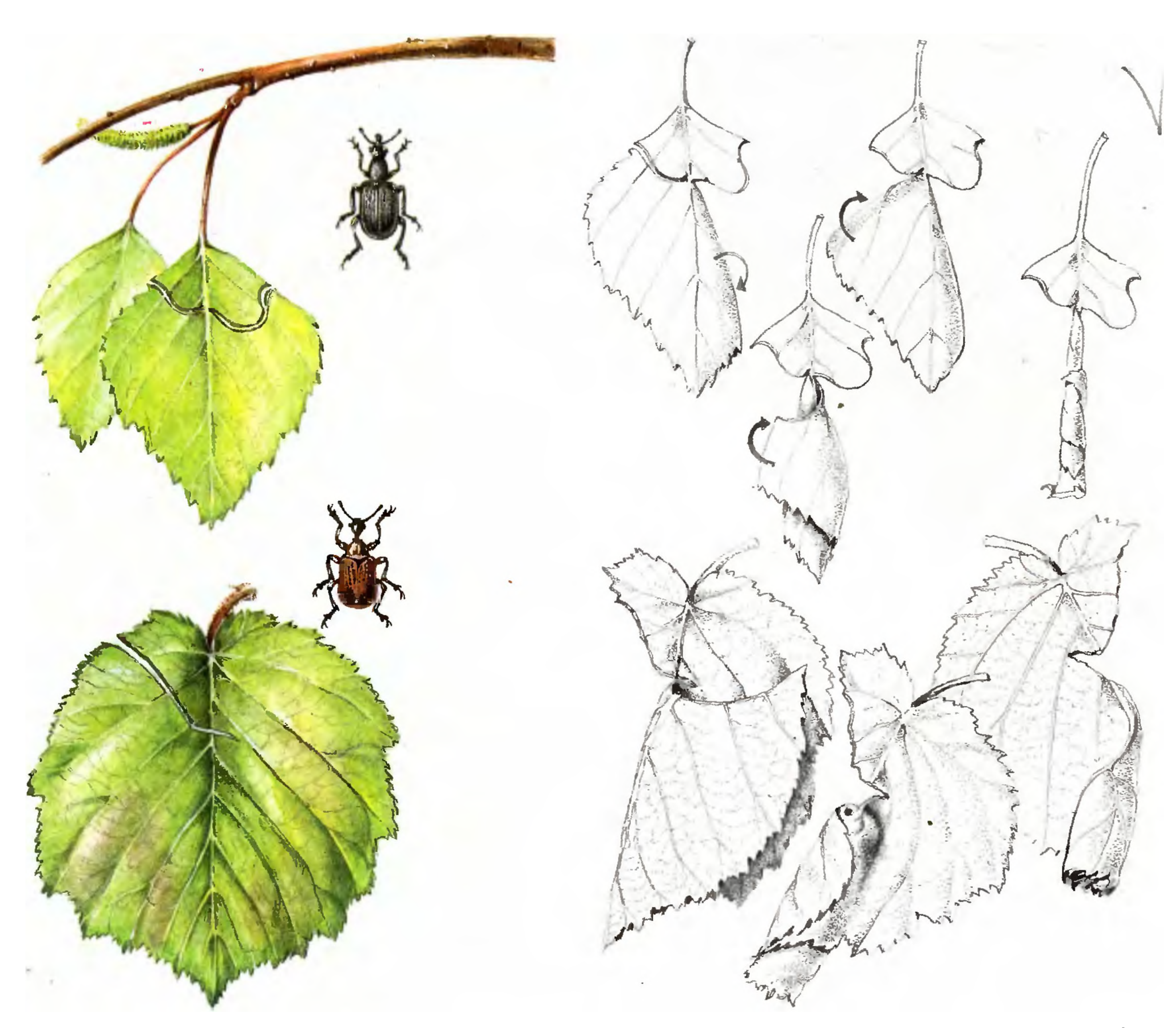
Животному помельче, чем улитка *Cochlostyla*, не удалось бы только за счет собственных мускульных усилий придать нужную форму свежему листу с довольно жесткими жилками. Самки мелких жуков трубковертов, сооружая «детские», изменяют физиологическое состояние выбранного листа, прерывая или ограничивая с помощью насечек приток воды. Они работают уже с более податливым подвядшим листом. Некоторые трубковерты скатывают трубочкой весь лист целиком, другие надрезают его и свертывают только часть листовой пластинки. Есть мастера, которые складывают надрезанный лист, а потом свертывают его. Деятельность всех этих жуков-долгоносиков очень сложна — они ведь должны вырезать в листовой пластинке сложные геометрические фигуры. Так, обычный в наших лесах березовый трубковерт (*Deporaus betulae*) делает два дважды изогнутых разреза в основании березового листа — техника, позволяющая свернуть воронку куда лучше, чем в случае прямых или дугообразных разрезов. Начало разреза создается благодаря врожденным координациям, которые запускаются ключевыми раздражителями: «верхняя сторона листа», «край листа» и «рядом черешок листа». Жук располагается боком к краю листа и при каждом режущем движении делает небольшой разворот оси тела по направлению к центральной жилке. В результате линия выреза представляет собой кривую типа синусоиды, которую, если выражаться строго мате-

матически, можно окрестить «эволютой эвольвенты края листа». Суетливое беганье жука по листу наводило даже на мысль, что он производит измерения. Эксперименты показали, что это не так и сложная форма разреза — результат инстинктивного стремления жука двигаться поперек листа в сочетании с доступными ему техническими приемами резки материала. При этом жилки листа являются ориентиром направления движения жука. Подгрызание главной жилки тоже стимулируется определенным ключевым раздражителем.

Вскоре лист начинает вянуть; жук свертывает одну половинку листа от края к центральной жилке и на получившуюся вороночку накручивает вторую половинку листа. Напоследок он «обрабатывает» трубочку уколами хоботка. В таком кулечке из листа создается более ровный и благоприятный для развития яиц и личинок микроклимат. Здесь же есть и готовая пища. Через некоторое время совсем увядший лист опадает. Подросшие к этому моменту личинки выбираются из подсохшего кулька, закапываются в почву и окукливаются.

Лист как материал для строительства детских используют не только такие «низшие» животные, как моллюски и насекомые, но и позвоночные. Так, гнезда древесных лягушек обычно окружены листьями, которые, правда, играют лишь вспомогательную роль, удерживая на весу комок пены. Настоящими же листовертками являются некоторые южноамериканские квакши, например филломедуза *Phyllomedusa hypochondrialis*. Перед нерестом самка ищет подходящий лист, свисающий низко над водой лужи или болота. Самца она, как это принято у лягушек, не-

Техника изготовления листового кулечка у березового (вверху) и орехового (внизу) трубковертов.





Птица-портниха у гнезда. Пакетик из листьев она сшивает специально подготовленными хлопковыми волоконцами. Узелки не дают нитям развязаться.

сет на спине. Задними ногами оба партнера удерживают края листа так, что получается воронка, куда самка откладывает порцию икры, тут же оплодотворяемую самцом. Затем пара поднимается чуть выше, икрометание продолжается, и за час кулек заполняется яйцами (их около 50). Клейкие оболочки икринок долго удерживают лист в свернутом положении. Когда вылупятся головастики, они через нижнее маленькое отверстие фунтика соскальзывают вниз, в воду, где и продолжается их развитие. Чтобы удержать лист в свернутом или сложенном положении (принцип устройства у всех один), разные «конструкторы» используют разные методы. Пчела-листорез помещает кусочки листа внутрь прочного хода, улитки и лягушки склеивают края кулечка слизью, а пакетик жука-трубковерта сохраняет приданный ему вид благодаря особой форме разрезов листа. Какую-то роль, вероятно, играют и уколы хоботка.

Но самые удивительные способности в обращении с листовым строительным материалом проявляют некоторые родственные славкам птицы. Среди них поистине мастер своего дела — птица-портниха из Юго-Восточной Азии *Orthotomus sutorius.* В качестве основы для гнезда она использует один большой зеленый лист, свертывая его лапками и клювом. Если листья мелкие, птица сшивает в кулек несколько штук. Она прокалывает клювом дырочки сквозь налегающие края листа и протаскивает в них искусно скрученные ею (также клювом и лапками) волокна хлопка, гибкие стебельки трав и даже паутинки. Чтобы шов не расходился, птица закрепляет его узелками, да и пушистые кончики использованных ею «нитей» сами по себе хорошо удерживаются маленькими отверстиями.



Сооружение кокона большим водолюбом:
а Под плавающим на воде листочком самка, перевернувшись вверх брюшком и выделяя особый секрет, сплетает кусочек шелковой «ткани» между листом и брюшком.
б Изготовление нижней половины кокона по форме собственного брюшка.
в Яйца лежат в рыхлой ткани и связаны с воздушной средой через «вентиляционную трубу». Справа: при плетении вентиляционной трубы брюшко жука высоко торчит из воды.

Внутри готового кулька птица-портниха вьет гнездо из растительного пуха, шерсти животных и другого мягкого материала. Снаружи его и не заметишь. Под неустанной опекой родителей в легкой зеленой люльке благополучно вырастут птенцы.

Яйцевые коконы

Среди кольчатых червей, насекомых, пауков и других животных широко распространен один из способов защиты отложенных яиц — яйцевой кокон, особое сооружение из строительных материалов «собственного изготовления». Учеными описаны сотни различных коконов. Мы же ограничимся лишь парой примеров из мира паукообразных и насекомых.

Как и все прочие важные процессы в жизни пауков, сооружение яйцевого кокона связано со способностью этих животных плести паутину, используя в качестве строительного материала шелк. Нередко паучихи изготавливают защитную оболочку из нескольких слоев «ткани». Ученые предполагают, что пауки начали прятать будущее потомство в паутинные одежды еще на заре своей эволюции. Яйцами, богатыми питательными веществами, не прочь полакомиться многие. Отложенные открыто, они легко становились жертвой врагов или непогоды. Вообще способность плести паутину возникла, вероятно, именно в связи с постройкой простейшего жилья и защитной оболочки яиц, а вовсе не для изготовления широко известных ловчих сетей. Коконы, скорее всего, ведут начало от разделенного на камеры первичного паутинного укрытия кладки, которые со временем превратились в совершенно обособленные транспортабельные сооружения. Они все более менялись, но сохранились даже у пауков, которые перешли к бродячему образу жизни. Так за коконом окончательно закрепилась функция защиты яиц.

Одни из ныне живущих пауков довольствуются простым коконом из рыхлой паутины, другие, кроме того, строят замкнутую со всех сторон камеру, где укрываются сами, охраняя кокон и маленьких паучат. Есть виды, подвешивающие кокон в особой сети или на длинной нити; некоторые из них всегда носят его с собой, как уже известный нам паук *Pisaura mirabilis.*

Уже в июне самок этого вида можно встретить с характерным желтовато-серым коконом. Паучиха плетет его где-нибудь в укромном месте, среди густой травы. В центре перекрещивающихся паутинных нитей она сплетает округлое донце (базальную пластинку) кокона. Подвесившись брюшком кверху под паутиной, она приплетает к донцу цилиндрические стенки; возникает чашевидная полость, куда откладывается от 100 до 300 яиц. Затем открытая снизу чаша запечатывается рыхлой паутинной сетью. Теперь паучиха отделяет кокон от основы, скатывает его в шарик и, постоянно вращая, наматывает на него наружную «бумажную» защитную оболочку. Когда кокон готов, паучиха хватает его когтями хелицер и целый месяц, не выпуская, носит с собой повсюду. За это время вылупляются паучата, и мать по мере их роста снимает слой за слоем стенки кокона, чтобы увеличить его объем. Незадолго до того, как малыши покинут кокон, самка сплетает под наклонными травинками защитную сеть в виде открытого снизу шелкового купола. Здесь она подвешивает «переносную детскую» и охраняет, пока последний малыш не покинет ее.

Подобным образом делают коконы и другие пауки. У американского вида *Cupiennius salei* биологу М. Мелчеру удалось выяснить некоторые механизмы управления строительной деятельностью. Этот вид также сначала плетет базальную пластинку кокона, а затем стенки, ограничивающие место для яиц. Отложив яйца, самка заплетает отверстие. Если коконы разрушить после того, как базальная пластинка готова, паук спустя полчаса начнет плести новый кокон, но уже без базальной пластинки: сразу сооружает боковые стенки, так что кокон в центре остается открытым. Если сосчитать все рабочие движения паука, сделанные им для изготовления старой базальной пластинки и нового кокона, то их оказывается ровно столько, сколько нужно для создания одного нормального кокона. Таким образом, паучиха располагает ограниченным числом рабочих движений (около 6400). Она может выполнять их и «впустую», когда, например, при съемках в свете прожектора вещество, выделяющееся из паутинных бородавок, засыхает, не образуя нитей. Даже в этом случае вся программа поведения завершается. После определенного числа «пустых» движений самка откладывает яйца, которые, естественно падают на землю. Но паучиха продолжает вести себя так, словно она сплела кокон (чего на самом деле не было!), и даже пытается отделить «кокон» от основы.

Жесткость внутренне запрограммированной последовательности действий проявляется и в том случае, если паука пересадить к уже наполовину готовому кокону. Он не в состоянии действовать в соответствии с ситуацией, то есть оценить стадию постройки, а продолжает вести себя так, как будто находится у первого, только что начатого им кокона. Неестественные условия приведут к созданию нецелесообразной конструкции, непригодной для откладывания яиц. Лишь в нормальных условиях заданный план строительства полностью выполняет свою функцию.

Второй пример сооружения яйцевых коконов взят из подводного мира. Кроме обычных водных животных, таких, как рыбы, ракообразные и многие другие, извлекающие кислород из воды с помощью жабр, здесь живут и существа, дышащие воздухом, — некоторые млекопитающие, водяные пауки и главным образом насекомые. Живущим за счет атмосферного кислорода насекомым также нужны особые формы заботы о потомстве. Удивительны в этом отношении жуки-водолюбы с их плавучими коконами. Большой водолюб (*Hydrous aterrimus*) — один из самых крупных европейских жуков, длина его тела 4—5 см. Для откладки яиц самка отыскивает плавающий на поверхности пруда или тихой заводи лист. Прицепившись брюшком к нижней стороне листа, она прикрепляет к ней с помощью расположенного на брюшке паутинного аппарата толстую паутинную пластинку. Затем, повернувшись кверху спинкой и используя собственное тело как «шаблон», плетет вторую пластинку, соединяя их края. Получается суживающийся паутинный карман, куда откладывается около шестидесяти стоящих рядком яиц. Рыхло сплетенный узкий конец мешочка

торчит над поверхностью воды, словно перископ, благодаря чему яйца в заполненном воздухом кораблике сохраняют связь с наружной средой.

Птичьи гнезда — от ямок на земле до висячих тканых рукавичек

Когда осенью опадает листва с деревьев, всякий раз поражаешься, как много гнезд маленьких лесных певцов было скрыто до сих пор от наших глаз. Именно эти легкие, искусно сплетенные из веточек, сухих травинок и перьев корзиночки обычно считаются «типичными» птичьими гнездами. В действительности это не так. Многообразие формы, местоположения и материала гнезд пернатых строителей чрезвычайно велико — вспомним хотя бы нору зимородка, глиняный «замок» печника, кулек из листьев птицы-портнихи, сорных кур, которые сооружают огромные гнездовые кучи, но сами не насиживают. И наоборот, есть птицы, хотя и насиживающие яйца, но не строящие гнезд. Они согревают теплом своего тела яйца, отложенные прямо на голую землю (обыкновенный козодой), на голые выступы скал (кайры и чистики с «птичьих базаров» северных островов), в развилки стволов или на толстые горизонтальные ветви, в естественные дупла или в дупла, сделанные другими птицами, в брошенные гнезда других птиц или на собственные лапы, как живущий среди вечных льдов императорский пингвин. И даже малым детям известно, что кукушка (кстати, не одна она) и гнезда не строит, и не насиживает, а подбрасывает свое потомство в гнезда других птиц.

Ямки на земле

Многие птицы перед откладкой яиц выскребают лапками и проминают телом плоскую ямку на земле. Возможно, такое поведение возникло еще в те отдаленные времена, когда птицы только еще становились птицами и зарывали яйца в почву, оставляя их там на произвол судьбы. Лишь с развитием настоящей теплокровности они смогли перейти к насиживанию кладки. Следующим шагом в направлении «настоящего» птичьего гнезда было выстилание земляной ямки каким-либо материалом, изолирующим яйца от почвы. Не обязательно что-то мягкое и пушистое — пингвин Адели (*Pygoscelis adeliae*), например, использует в качестве «выстилки» мелкие камешки. Каменная подстилка защищает яйца от ледяной талой воды и немного приподнимает насиживающую птицу над грунтом. Есть птицы, например цветной бекас *Rostratula benghalensis*, которые на сухой почве гнезда не строят, а на сырой сооружают толстую подушку из растительного материала.

Яйца гнездящихся на земле птиц часто имеют отчетливо грушевидную форму. Сдвинутые с места, они вращаются острым концом, не выкатываясь из гнездовой ямки. Почти всегда они пятнистые и сливаются по цвету с окружающим фоном, тогда как у птиц, гнездящихся в дуплах или норах, яйца обычно белые. Птенцы различаются еще сильнее. У птиц, которые не строят гнезд или сооружают нечто примитивное на открытом месте, птенцы покидают «гнездо» нередко уже через несколько часов после вылупления — как только подсохнет покрывающий их густой пух. И мать уводит выводок от гнезда. Эти птицы так и называются выводковыми в отличие от птенцовых, или гнездовых, птиц, которые появляются на свет совершенно беспомощными и довольно долго сидят в гнезде. Ясно, что птенцам второй группы жизненно необходима надежная теплая «детская», которая для выводковых птиц была бы не только излишней роскошью, но просто опасной — в открытом гнезде они были бы более заметны. Вполне возможно, что некоторые гнездящиеся на земле птицы вторично утратили способность строить гнезда (например, авдотка и козодой). То же относится к некоторым дуплогнездникам. Таким образом, условия жизни вида, тип развития птенцов и тип гнезда тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Наглядный пример гнезда-ямки с теплой выстилкой, не требующего особых затрат на постройку, дают нам утки. Самки всем известной обыкновенной кряквы (*Anas platyrhynchos*) устраиваются в густой траве порой посреди больших городов. Они делают неглубокую ямку с рыхлой выстилкой. Растительный материал для гнезда утка собирает поблизости и дополняет этот теплоизоляционный слой выщипанными из собственного тела пуховыми перьями. Особенно славится пух северной утки — обыкновенной гаги (*Somateria mollissima*); способность сохранять тепло и мягкость гагачьего пуха отражена даже в научном названии вида, означающем «наимягчайшая пуховая подушка». Это неудивительно, ведь пух исходно служил для защиты яиц и самой птицы от жестоких холодов ее северной родины. Серый цвет пуха одновременно маскирует гнездо — и кряква, и гага, периодически покидая гнездо, прикрывают яйца пухом и травой из выстилки.

В Гренландии ежегодно добывали более 100000 гаг; кроме яиц, мяса и перьев эти птицы давали мягкие шкурки для одежды и ковров. Поэтому гаги стали очень редки. В некоторых районах колонии гнездящихся гаг огораживали для защиты от хищников — разумеется, не бескорыстно. Люди забирали два первых гнезда с пухом и яйцами, оставляя птицам лишь третью кладку (известно, что в случае гибели первой кладки гаги способны гнездиться повторно).



Чашевидные гнезда и гнезда-платформы

Глубокое гнездо из рыхло уложенного растительного материала сооружает лебедь-шипун (*Cygnus olor*). В последние годы возросло число диких лебедей, гнездящихся в парках больших городов на прудах. Лебедей издавна держали в парках, но обычно это были ручные или полудикие птицы с подрезанными крыльями. Выбрав место для гнезда, оба партнера начинают сваливать в кучу собранные неподалеку сухие стебли камыша и других растений. При этом они никогда не пытаются укладывать стебли в определенном порядке, переплетать их или хотя бы втыкать прутик в кучу. Разгребая растительный материал в стороны, птица придает гнезду нужную форму. Шипуны всегда селятся вблизи воды, предпочитая густые камыши. На побережье Балтийского моря и в ряде других мест их гнезда порой располагаются на мелководье. Гнездо, окруженное со всех сторон водой, конечно, лучше защищено от врагов. Поганки, например чомга (*Podiceps cristatus)*, вообще устраивают плавучие гнезда. Другой способ «изобрела» рогатая лысуха (*Fulica cornuta*). На мелководьях (60—80 см) высокогорных андских озер эти лысухи сооружают искусственные островки из камней, на которых уже мастерят гнездо из растительного материала. Масса одного такого каменного цоколя превышала 1500 кг! До сих пор не совсем ясно, как перетаскивают эти строители полукилограммовые камни величиной с крупную картофелину. Скорее всего, это происходит под водой, где им помогает выталкивающая сила, но все равно клюв птиц выглядит слишком маленким, чтобы ухватить предметы таких размеров.

Обычная на европейских водоемах лысуха *F. atra*, близкая родственница вышеупомянутого вида, с подобными проблемами при строительстве гнезда не сталкивается. Гнездо этой темной птицы с белым клювом и лысинкой на лбу располагается среди густых зарослей тростника или камыша. Сломанные стебли служат ему основанием, на которое лысуха кладет сухой материал, втыкая камышинки с разных сторон в рыхлую кучку, чтобы она не рассыпалась. Стоящие вокруг глубокого чашевидного гнезда стебли птица иногда пригибает так, что образуется некое подобие купола, а из воды к гнезду ведет «трап» из стеблей (конструкция, используемая для передвижения).

Птичьи гнезда — от ямки на земле к искусно «сотканным» висячим гнездам:
а — малый зуек, *б* — кряква, *в* — серощекая поганка, *г* — розовый фламинго, *д* — беркут, *е* — щегол, *ж* — длиннохвостая синица, *з* — пеночка-трещотка, *и* — ткачик-байя, *к* — многоквартирный дом общественного ткача.

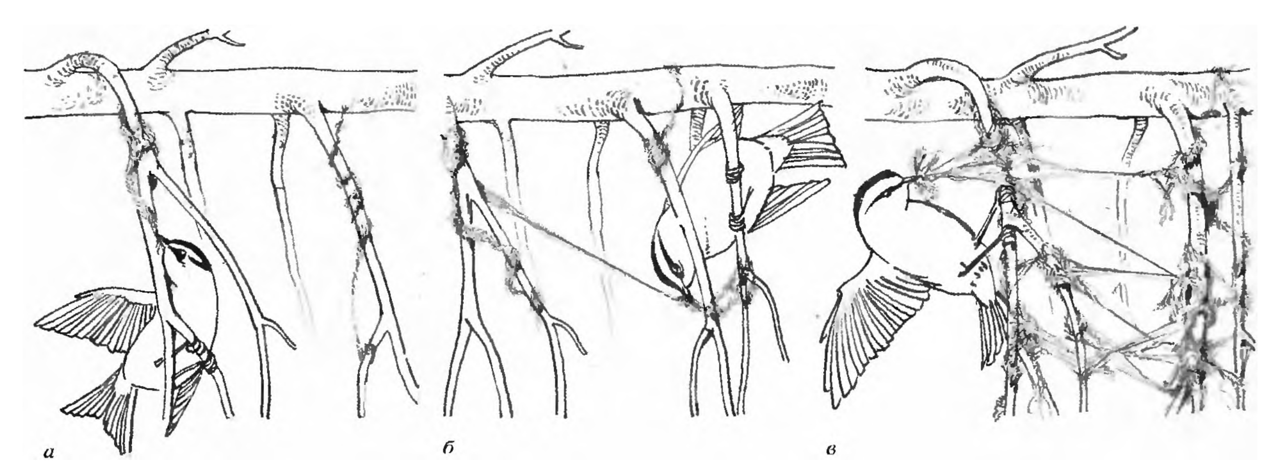
7*

И на суше приподнятое над землей гнездо лучше защищает потомство от врагов, особенно от мелких хищников. Там, где они есть, отбор действует в направлении устройства гнезда на более высоком месте. Когда-то гнездившиеся на земле зубчатоклювые голуби (острова Самоа) смогли выжить после того, как европейские китобои завезли туда кошек, только потому, что перебрались жить на деревья. Многие другие обитатели островов оказались более консервативными и вымерли. Проведен целый ряд наблюдений над разными видами, показавших, что успех размножения выше у птиц, гнездящихся на деревьях. За длительный период эволюционного развития многие гнездящиеся на земле виды приобрели покровительственную окраску яиц и птенцов (выводкового типа), что уменьшает риск быть найденным хищниками. В то же время высокое расположение гнезда требует бóльших энергетических затрат: птицам приходится летать за гнездовым материалом и поднимать его на высоту. О дополнительных затратах при выкармливании потомства для видов, собирающих корм на земле, и говорить нечего. Видимо, поэтому на одном из островов возле Нью-Йорка, где нет мелких хищников, некоторые из обычно гнездящихся на деревьях птиц опустились на землю.

Расположенные на деревьях гнезда устроены, как правило, очень просто. Может быть, читателю приходилось удивляться, глядя на плоскую платформу кольчатой горлицы, небрежно сооруженную ею из хвороста в уличных посадках. Кажется, что яйца вот-вот вывалятся сквозь дыры в рыхлом помосте, так что увеличение численности этих доверчивых птиц с черными полосками на шее никак не объяснишь высоким качеством их построек. Зато, не тратя излишних сил на сооружение гнезда, можно сэкономить время и энергию для других забот. Возможные потери из-за конструктивных недостатков гнезда горлицы восполняют высокой плодовитостью. В наших широтах они имеют от двух до пяти выводков ежегодно — такая повышенная жизненная сила обеспечивает стремительное расширение ареала этих птиц в последние десятилетия.

Если сравнивать виды одной группы, то более крупные птицы строят более объемные гнезда, существенно не меняя типа сооружений. Аисты и цапли используют в качестве строительного материала прутья, орлы и грифы тащат в гнезда ветки и палки. Внутренняя отделка производится более тонким материалом. Громоздкие гнезда надстраиваются и подправляются ежегодно; в Сибири гнездо орлана-белохвоста просуществовало восемьдесят лет, а одно из описанных гнезд аиста — почти четыреста. Объем и высота таких построек все время растут, так что их вес может достигать одной-двух тонн.

Многие крупные птицы, к сожалению, стали очень редки. Они нуждаются в строгой охране. Если кому-нибудь из читателей случится обнаружить жилое гнездо орла, черного аиста или журавля, ни в



Постройка гнезда красноголовым корольком (важнейшие приемы).
Закладка гнезда
а Притирание: клочок паутины птица обвивает вокруг веточки боковым втирающим движением.
б Оплетение: клочок паутины растягивает в нить.
в Зачистка: обрывание торчащей снаружи бахромы, которую птица затем вновь использует (притирает) либо, если она грязная, уносит от гнезда подальше.

коем случае не беспокойте птиц. Не надо пытаться что-либо самостоятельно исследовать, этим вы можете лично способствовать вымиранию находящегося в опасности вида. Общие особенности поведения при сооружении гнезд присущи большинству пернатых строителей, поэтому куда проще и принесет не так много вреда наблюдение за какой-нибудь обычной птицей — например, за дроздом или зеленушкой.

Вряд ли нам удастся проследить в природных условиях, как строит гнездо королек. Даже специалист, орнитолог из Австрии, Элен Талер встретилась на этом пути с непреодолимыми трудностями и лишь после почти тысячи часов наблюдений за птицами в вольере смогла выяснить, как именно ведет себя в брачный период наша самая маленькая птичка. Отдельные наблюдения в природе дополнили это исследование. Уже сами по себе крошечные размеры королька делают его постройку особенно интересной для нас. Поскольку большая поверхность тела птицы (относительно его массы) приводит к огромным энергетическим потерям, корольки вынуждены осо-

Кольчатая горлица на своем примитивном хворостяном гнезде.





Отделка гнезда

г Рывок вверх: птица втаскивает внутрь ленты паутины и вплетает их в каркас.

д Болтание ногами: самка прижимается грудью к стенке гнезда и отгребает рыхлый гнездовой материал назад и вверх, при этом медленно поворачиваясь то в одну, то в другую сторону. Так создается полукруглая форма гнезда.

Выстилка

е Втыкание перьев: завершающий акт строительной деятельности — всовывание в стенки гнезда 5—6 крупных перышек, после чего лоток выстилается мелкими перьями и волосом.

Красноголовый королек у готового гнезда.

31 Сорная глазчатая курица (*Leipoa ocellata*) у своей гнездовой кучи. Постройки этих птиц (диаметром около 5 м и высотой до 2 м), пожалуй, относятся к самым внушительным сооружениям животных вообще. Сорные куры сами не насиживают. Внутри гнездовой кучи, там, где находятся яйца, благодаря неустанным заботам взрослых птиц поддерживается постоянная температура около 34°С.

Многие птицы выкапывают «детские» в земле или выдалбливают их в древесине.
32 Гнездовая нора обыкновенного зимородка (*Alcedo atthis*) в речном обрыве имеет небольшой наклон к реке, так что помет птенцов стекает вниз. Птенцы сидят кружком, перемещаясь после каждого кормления, — и каждый получает свою порцию.

Дятлы обычно выдалбливают дупла в стволах деревьев. Клюв их при этом работает как долото, а особенности строения черепа смягчают силу ударов.
33 Кормящий самец большого пестрого дятла (*Dendrocopos major*) у входа в дупло.
34 Маленьких птенцов самец дятла кормит, спускаясь в дупло.

Несмотря на слабый клюв, гаички сами выщипывают в трухлявых деревьях дупло колбовидной формы.
35 Буроголовая гаичка, или пухляк (*Parus montanus*), перед своим дуплом (вскрыто сбоку). Птенцы гаички и других синиц в отличие от дятлов лежат на толстой подстилке из мха и перьев.

Некоторые птицы строят гнезда из ила и глины.
36 Колония розовых и кубинских фламинго. Гнездясь плотными колониями, фламинго взаимно стимулируют друг друга к строительству гнезд и насиживанию. Поэтому успешное размножение в неволе хорошо проходит при совместном содержании не менее 7—10 пар. Птицы достают клювом со дна ил и лепят из него усеченный конус с небольшой ямкой на вершине. Единственное яйцо лежит в ней без подстилки.

Точно так же из ила и земли лепят гнезда большинство ласточек.
37 Гнездо деревенской ласточки (*Hirundo rustica*) укреплено растительными волокнами и корешками.
38 Городская ласточка (*Delichon urbica*) склеивает комочки ила слюной и лепит из них полушаровидное гнездо.
39 Обыкновенный поползень (*Sitta europaea*) возле частично заделанного им дупла. Поползень лепит не все гнездо, а лишь суживает до нужных размеров слишком большой для него вход, закрывая его стенкой из влажной глины. Оставленное им маленькое отверстие мешает проникнуть в гнездо врагам и более крупным гнездовым конкурентам, в первую очередь скворцам.

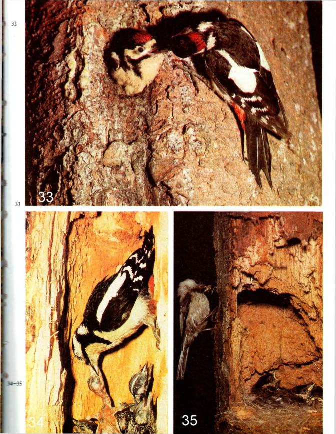
Многие птицы при строительстве гнезд ограничиваются выкапыванием или выдавливанием в земле неглубокой ямки.
40, 41 Два типа гнезд обыкновенного кулика-сороки (*Haematopus ostralegus*). На галечном берегу кулик-сорока откладывает яйца в простую ямку, тогда как в дюнах окружает отложенные прямо на песок яйца кольцевым валом из сухой травы.
42 Следующий шаг в направлении к «настоящему» птичьему гнезду — выстилание ямки. Изолирующий слой между яйцами и почвой обычно состоит из беспорядочно набросанного растительного материала, как мы видим в гнезде лебедя-шипуна (*Cygnus olor*).
43 Но ту же изолирующую роль могут играть и камешки, как в гнезде ослиного пингвина (*Pygoscelis papua*). Благодаря подложке из камней яйца защищены от ледяной талой воды. Кроме того, взрослую насиживающую птицу меньше заносит снегом — явная выгода в условиях Антарктики.

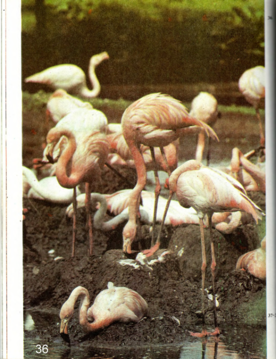
Потомству птиц, гнездящихся на земле в открытых ямках, грозят многие опасности. Поэтому их яйца обычно пятнистые и сливаются по цвету с окружающим фоном. Рябая окраска птенцов тоже маскировка. Обсохнув в гнезде, они вскоре уходят из него за родителями. В случае опасности птенцы затаиваются, прижимаясь к земле.
44 Птенцов малого зуйка (*Charadrius dubius*) трудно заметить в открытом со всех сторон гнезде.



31




32
33
33
34–35
34
35




37
38
39

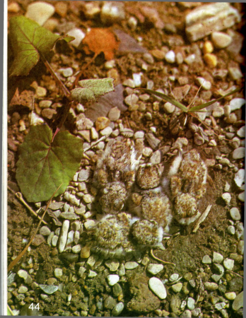

40
41

42

42

43

43



бенно тщательно строить толстое и теплое гнездо (как, впрочем, и другие мелкие птицы). Это потребовало выработки множества специальных приемов, редко встречающихся у более крупных видов.

Искать висячее шаровидное гнездо королька имеет смысл только на хвойных деревьях, главным образом на елях, всегда с защищенной от ветра стороны. Место для гнезда самец выбирает под отходящей от ствола веткой между свисающими боковыми веточками. Явно напоказ вертясь перед самкой со стройматериалом в клюве и повторяя ритуализованные строительные движения, он издает особые «гнездовые» сигналы, перепархивает с места на место, пытаясь привлечь партнершу. Самки в первые дни просто таскают гнездовой материал в клюве, бросая его где попало, подхватывают новый и собирают его в пучки, а затем начинают носить паутину и мох к «стройплощадке».

Чем интенсивнее трудится самка, тем больше охладевает к работе самец. Только у желтоголовых корольков самец активно участвует в строительстве гнезда. В первые три дня совместной строительной деятельности он летает с гнездовым материалом даже чаще партнерши. В это время самец — гнездовой доминант, то есть именно он выполняет основную работу. Мало того, время от времени (раза три в час) он вдруг принимается отгонять самку от гнезда, так что до девятого дня она ведет себя нерешительно, кружным путем подбираясь к гнезду, пока там работает самец. Но вскоре ситуация меняется коренным образом: доминирующая роль переходит к самке и примерно с одиннадцатого дня уже самец не решается приблизиться к гнезду со стройматериалом, когда рабочее место занято партнершей.

У гнезда для яиц первой кладки самец трудится восемь — десять дней, а затем лишь сопровождает самку. У второго гнезда его участие в строительстве меньше уже с самого начала и к концу четвертого дня совсем сходит на нет. В одной из вольер в близких к естественным условиях самец в начале строительства так яростно отгонял самку, что она и позже не решилась приблизиться к гнезду. Этот самец один соорудил «гнездо» — всклокоченный ком без ямки внутри и без выстилки. По-видимому, у самцов-корольков нет соответствующего стереотипа поведения.

У красноголового королька строит фактически одна самка, обычно сопровождаемая самцом. Некоторые элементы строительного поведения самки (притирание паутинных волокон, обвивание) проявляются у самца лишь как ритуализованные действия, побуждающие самку заняться делом. Как показали наблюдения в вольерах, самцы отстраняются от участия в постройке гнезда из-за агрессивности самки, доминирующей уже в начальном периоде. В смешанной паре с самкой желтоголового королька красноголовый самец работал над каркасом гнезда и даже носил гнездовой материал до тех пор, пока партнерша подпускала его к гнезду. Молодые, еще неполовозрелые самцы обоих видов также демонстрируют все необходимые строительные приемы, правда еще не скоординированные.

По мере продвижения строительства техника его меняется. В целом можно различить 14 последовательных приемов у желтоголового королька и 15 у красноголового, которые объединяются в три группы, соответствующие трем фазам строительства с применением разных материалов. В результате получается трехслойное гнездо, каждый его слой легко отделить и снять. Наружная стенка состоит из паутины, мха и (у желтоголового королька) лишайников. В вольерных гнездах желтоголового королька на 6,8 г паутины приходилось 4,2 г мха или лишайников, а у красноголового на 5,3 г паутины — 1,2 мха. Столь большая доля паутины — идеального строительного материала, как мы помним по главе о пауках, — определяется большими нагрузками, которые должно выдержать гнездо с птенцами. Корольки используют коконы пауков (вместе с паучатами!), ос-хальцид и гусениц. В среднем слое паутины нет. Он состоит из рыхло уложенного мха и кусочков лишайника (у желтоголового королька). Мелкие перья и волосы образуют слой внутренней выстилки. В одном гнезде желтоголового королька насчитали 2818 стебельков мха (3,1 г), 1422 кусочка лишайников (3,5 г) и до 2674 перьев (1,8 г), а у красноголового королька — свыше 12 000 стебельков мха!

В первой фазе строительства гнезда — закладке каркаса — веточки на месте будущего гнезда со всех сторон обматываются паутиной и связываются паутинными нитями в трехмерный остов без дна. Во второй фазе — отделке — каркас усиливается за счет добавления мха (или лишайника). В этой фазе птицы используют паутину все реже, а в конце таскают только мох. Теперь отчетливо видна форма гнезда: дно, стенки и внутренняя полость уже изготовлены. Третья фаза — выстилка — отделена от предыдущей заметной паузой: какое-то время птицы не носят гнездового материала, а затем самка таскает примерно в течение недели только шерсть и перья. Теперь ее совсем не привлекает паутина. При внутренней отделке гнезда суживается и приподнимается входное отверстие. Рисунки на с. 100—101 иллюстрируют некоторые элементы строительной деятельности на всех трех фазах.

Корольки строят свое гнездо в среднем 18 дней, хотя некоторым для этого требуется свыше четырех недель. Больше времени уходит на первое гнездо, особенно на закладку каркаса, которая занимает от 6 до 18 дней. Во время непогоды строительство замирает, но только на первых порах, позднее работа не прерывается даже в дождь. Второе гнездо птицы сооружают всего за две недели. Правда, красноголовый королек использует для второго и третьего выводков первое гнездо, обязательно обновляя за 6—10 дней его внутреннюю выстилку.

Подвешивание в вольере готового гнезда не сокращало периода строительства, а даже затягивало его. Птицы оказались не в состоянии приспособить свои действия к необычной ситуации. Они с трудом перестраивали готовый каркас или просто разбирали его.

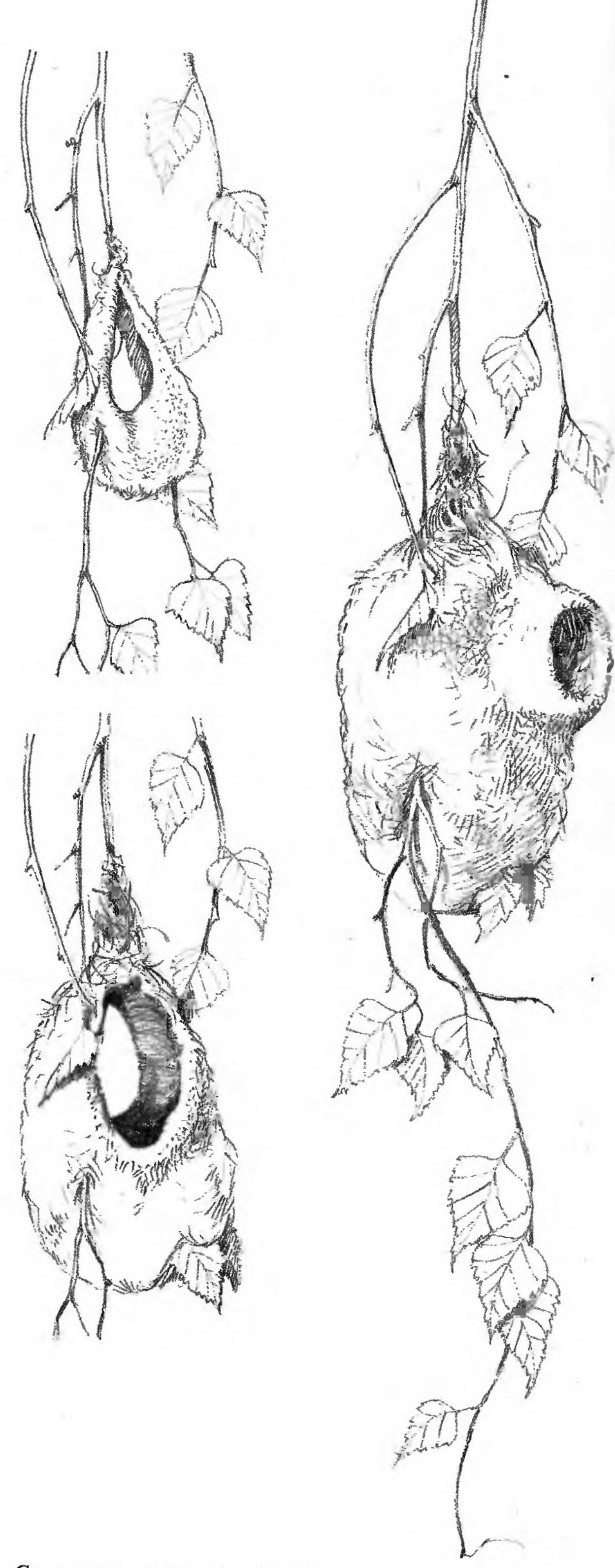
От переохлаждения потомство корольков защищает слой перьев и рыхлого мха, как пух в гнезде уток, поэтому жилища гнездящихся в горах корольков крупнее и компактнее, чем у равнинных, а их средний слой и выстилка почти втрое толще. Подобная закономерность описана и для других птиц, а также млекопитающих, например для мышей. При любой погоде насиживающая самка королька каждые четверть часа слетает с гнезда, причем может отсутствовать до 25 минут. Ее потомству не опасен даже сильный дождь. Хотя мох и лишайники впитывают много воды — снятое в дождь гнездо весило 78 г, тогда как сухое — всего 19 г, — внутри оно остается сухим. Самая строгая проверка прочности гнезда начинается с подрастанием птенцов. Если 8—10 яиц весят все вместе 5—7 г, то столько же двухнедельных птенцов потянут граммов на 100! Гнездо с оперенными птенцами поэтому почти на треть больше, чем только что построенное. Но и столь «загруженное» оно не падает даже при затяжных дождях — так тщательно закрепили птицы его на веточках. Как уже говорилось, это возможно благодаря большому количеству паутины, используемой при строительстве.

И другие мелкие птицы тоже нередко применяют паутину для изготовления плотных, как войлок, стенок гнезд. Тепловой бюджет этих видов обязательно требует сооружения толстых гнезд с теплой выстилкой. Гнезда такого типа строят, например, некоторые европейские вьюрковые птицы, а также колибри.

Гнезда с крышей

Гнездо с крышей лучше защищает яйца и птенцов от непогоды и, кроме того, менее заметно сверху. Такие гнезда строят многие некрупные птицы, особенно в тропиках. У лысухи мы заметили начальную стадию подобного сооружения; сороки, крапивники и пеночки делают уже настоящие крыши. Однако самыми конструктивно совершенными среди крытых гнезд оказались подвесные.

Из европейских птиц, пожалуй, наиболее искусно строит гнезда обыкновенный ремез (*Remiz pendulinus*). Ранней весной самец выбирает место вблизи водоема, часто на вертикально свисающих над водой веточках ивы, тополя или березы. С длинным волокном в клюве самец летает вокруг облюбованной раздваивающейся веточки, закрепляя конец волокна и крепко приматывая его. Из длинных гибких соломинок, лыка, размочаленных стеблей крапивы и кореш-



Строительство гнезда ремезом.
Две стадии постройки и готовое гнездо. Самец окончательно отделывает гнездо, только если у готового каркаса появится самка.

ков он свивает вокруг развилки кольцо диаметром около 25 см. Оплетая кольцо все новыми волоконцами, птица сооружает «корзинку с ручкой». Теперь нужно закрыть заднюю и переднюю стенки. В последнюю очередь, постепенно уменьшая диаметр, самец сплетает вход в гнездо, часто в виде удлиненного рукава. Уже во время строительства самец резким «ции» призывает партнершу. Если она не появляется, он бросает начатое гнездо и принимается за новое в другом месте. Самка участвует в окончательной отделке гнезда, занимаясь его выстилкой и законопачиванием щелей. Все ячейки и дыры между волокнами каркаса тщательно забиваются пухом с семян ивы. тополя или рогоза. Войлок гнезда такой прочный и теплый, что раньше дети собирали эти гнезда-сумочки и надевали их вместо домашних туфель. Нередко еще до завершения постройки (на что уходит три-четыре недели) самка откладывает в гнездо 5—10 белых яиц. Насиживание и выкармливание птенцов ее забота, так как самец начинает строить новое гнездо и зазывать вторую, а затем и третью партнершу (как правило, успешно).

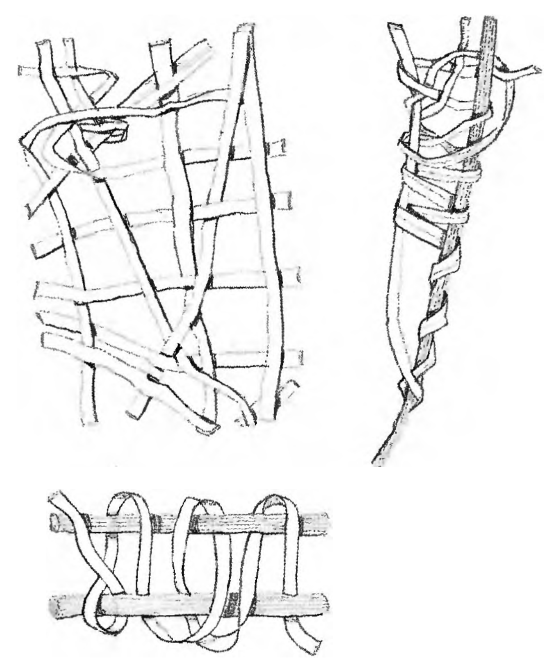
Большинство родичей ремеза живут в Африке и сооружают еще более удивительные гнезда. Южноафриканский ремез *Anthoscopus minutus* делает под коротким входным рукавом замкнутую темную нишу — второй, ложный, вход. Настоящий вход птица так маскирует, что его и не заметишь. Подросшие птенцы-слетки спят в гнезде и тогда, когда родители занимаются вторым выводком, так что иногда там теснится до 18 птиц. Это довольно редкий вариант использования гнезда, позже мы еще поговорим о нем.

Рассмотрев целый ряд птичьих гнезд, мы можем составить общее представление об эволюции формы гнезда и способов строительства в ходе длительного исторического развития класса птиц. Конечно, пути эволюции надежнее проследить по ископаемым остаткам, но это нереально в отношении легко разрушающихся гнезд. Ученым остается другая возможность: проследить эволюцию структур на примере ныне живущих близкородственных видов и таким образом составить представление об исходной форме. По приведенным выше примерам это сделать трудно, так как рассмотренные птицы относятся не только к разным семействам, но и к разным отрядам. Редкую возможность изучить большое число разных типов гнезд в пределах одной группы птиц дает нам семейство ткачиковых (Ploceidae).

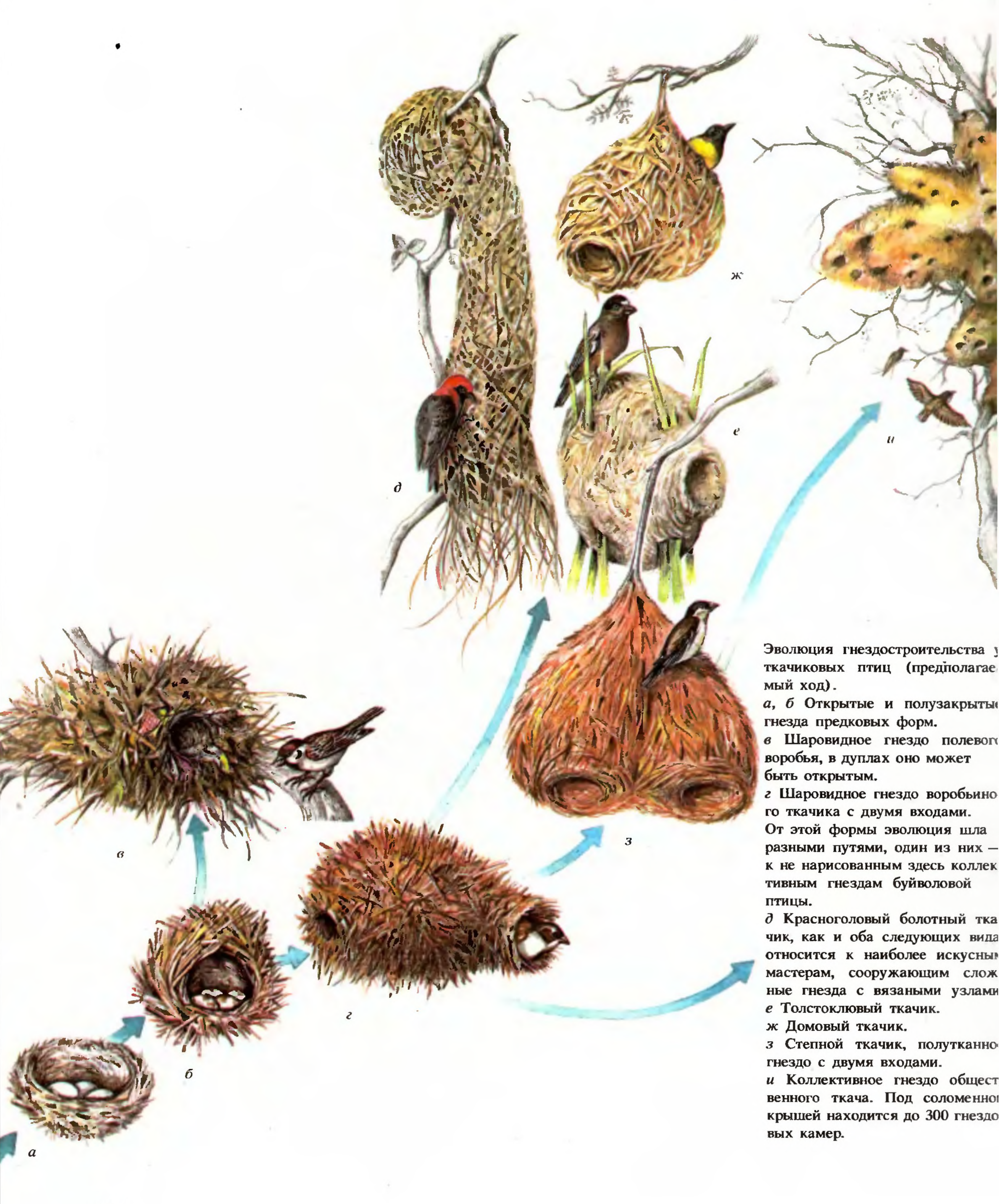
Ткачики — мастера плетения гнезд

Ткачики широко известны благодаря своим искусно сплетенным гнездам. Наши воробьи, правда, к этой славе не причастны, хотя и относятся к тому же семейству. Глядя на неряшливое гнездо домового воробья (*Passer domesticus*), скорее усомнишься в этом факте. Воробей, расселившийся с человеком по всей планете от Огненной Земли и Австралии до Крайнего Севера, устраивает «детские» в дуплах деревьев или в щелях зданий. Гнезда, размещающиеся в узких полостях, обычно открытые, что в свете предыдущих рассуждений можно было бы посчитать за исходное состояние. Но вспомним примитивные гнезда других дуплогнездников: умение строить искусные гнезда для них излишне, поэтому оно либо не развилось, либо, наоборот, было утрачено, так как селективное преимущество необходимо не только для возникновения и прогрессивного развития какой-либо структуры, но и для ее сохранения. Именно последнее, вероятно, и произошло с гнездами селящихся в дуплах домовых воробьев. В пользу такого предположения говорит тот факт, что в просторных полостях воробьиные гнезда имеют крышу, а в кустах или на деревьях (иногда их находят там) они расположены открыто и имеют форму шара. В средних широтах это вызывается, очевидно, недостатком закрытых мест для гнездования, но как объяснить, почему такие гнезда встречаются там, где о подобном факторе нет и речи? Видимо, иногда в воробьях просыпается древний «инстинкт» ткачиков. Открытое гнездо домового воробья ведет свое происхождение от гнезда закрытого типа. Возможно, у ткачиков исходно не было гнезд открытого типа.

Более сложно устроено гнездо с двумя входами сероголового воробьиного ткачика (*Plocepasser mahali*), хотя и ему еще далеко до знаменитых «тканых» конструкций. Скорее можно говорить о технике «вты-



Техника плетения у ткачиковых птиц.



Эволюция гнездостроительства у ткачиковых птиц (предполагаемый ход).

а, б Открытые и полузакрытые гнезда предковых форм.

в Шаровидное гнездо полевого воробья, в дуплах оно может быть открытым.

г Шаровидное гнездо воробьиного ткачика с двумя входами. От этой формы эволюция шла разными путями, один из них — к не нарисованным здесь коллективным гнездам буйволовой птицы.

д Красноголовый болотный ткачик, как и оба следующих вида, относится к наиболее искусным мастерам, сооружающим сложные гнезда с вязаными узлами.

е Толстоклювый ткачик.

ж Домовый ткачик.

з Степной ткачик, полутканное гнездо с двумя входами.

и Коллективное гнездо общественного ткача. Под соломенной крышей находится до 300 гнездовых камер.

кания», а не плетения. Но от этого гнезда можно уже вести линию дальше к форме, характерной для буйволовой птицы, общественного ткача и, наконец, как предполагает супружеская пара орнитологов Коллиасов, к удивительным сооружениям настоящих ткачиков.

Большинство из почти 100 видов настоящих ткачиков (подсемейство Ploceinae) живут в Центральной и Южной Африке, некоторые — в Юго-Восточной Азии. Форма гнезд этих птиц весьма различна, часто они похожи на рассмотренное нами гнездо ремеза. Однако при значительном внешнем сходстве структура гнезд у ткачиков иная, поскольку техника изготовления пушистой ткани у ремеза отличается от используемого настоящими ткачиками принципа петли, в которую продевается свободный конец волокна. Бесчисленное множество петель и узлов придают их «ткани» дополнительную толщину и прочность.

Для плетения необходимы длинные и гибкие полоски. Лучше всего подходят свежие, еще зеленые растительные волокна. При поисках материала птицы ориентируются по цвету, врожденно предпочитая зеленый, что было четко показано серией экспериментов с выбором разноцветных волокон. Если среди предложенных не было волокон нужного цвета и длины, птица крепко хватала клювом соломинку злака или пальмовый лист и взлетала, отрывая длинную полосу. Полученные таким способом волокна с помощью разных приемов, характерных для определенных видов, привязываются к подходящей развилке и свиваются в кольцо. К этой основе сначала приплетают крышу, а затем стенки гнездовой камеры; часто птица пристраивает «прихожую» и входную трубку, которая служит защитой от древесных змей, тогда как плотная крыша спасает от палящих лучей солнца и от дождевой воды.

В период строительной «лихорадки» среди ткачиков царит всеобщее возбуждение. Работа повсюду идет полным ходом. Самцы летают с гнездовым материалом к еще незаконченным постройкам, искусно вплетая волокна в стены жилища, связывая их концы узелками и петлями с каркасом. Наконец, они, трепеща крыльями, повисают на почти законченном гнезде. До этого момента завершение очередной стадии строительства автоматически запускало следующую серию действий. Но для окончательного завершения требуется участие или хотя бы присутствие самки. Чтобы привлечь ее, самцы стараются перещеголять друг друга, действуя порой весьма «неделикатно», как это бывает у ткачика-байя (*Ploceus philippinus*) из Юго-Восточной Азии: порой в отсутствие соседа соперник разрушает тонкую свитую ленту, на которой висит чужое гнездо. Упомянутое выше трепетание крыльями — часть ритуала образования пары. В сочетании с громкими криками и пением оно делает гнездо видным издалека. Приметив недостроенные гнезда и страстные призывы самцов, долгожданные подруги не торопятся. Женихи имеют дело с разборчивыми невестами, предъявляющими высокие требования к колыбели своих будущих детей. Самки отдают предпочтение наиболее тщательно построенным гнездам. Немаловажную роль играет и цвет гнезда — охотнее самки выбирают ярко-зеленые тона, безошибочно отличая свежепостроенные зеленые гнезда от подкрашенных экспериментатором старых. Если в течение недели ни одна самка не соблазнится построенным с таким трудом домом, архитектор сам разрушает его и тут же начинает в том же месте новое строительство, возможно более совершенное. Если повезет на этот раз, самка поможет при внутренней отделке дома. Таким образом, лишь самые хорошие знатоки строительного дела имеют шансы передать свои способности потомству. Именно отбор, проводимый самками, был определяющим в формировании характерного для каждого вида искусства плетения гнезда.



Красноклювый ткачик начинает строить гнездо.

Создается впечатление, что самцы ткачиков, набираясь опыта, совершенствуют свои конструкции. Молодые самцы начинают строить уже на первом году жизни, неполовозрелыми, когда, вероятно, еще не сформировались соответствующие психологические механизмы, необходимые для строительства гнезда. Молодежь вьет весьма несовершенные гнезда, кото-

рые, естественно, бракуются самками. Однако такие «игровые» попытки помогают приобрести опыт в обращении со стройматериалом, и постепенно конструкции молодых становятся все удачнее. Таким образом, у ткачиков мы встретились с иным типом строительной деятельности по сравнению с пауками, насекомыми или рыбами, которым удается придать законченную форму уже своему первому гнезду (или гнездам).

Ткачики склонны к коллективному гнездованию. Это привело к тому, что в ряде стран они стали страшными сельскохозяйственными вредителями. Красноклювые ткачики (*Quelea quelea*), например, собираются миллионными стаями. Налетит такая «туча» на поле и оставит после себя одну солому. Не распадаются стаи и в период размножения. Тогда шаровидные гнезда теснятся вплотную друг к другу — в одной колонии их насчитали более 10 миллионов! В некоторых странах в борьбе с этими птицами используют огнеметы и яды.

У других видов склонность к жизни в сообществе привела к иной форме гнездования — сооружению общего гнезда для нескольких семей. Величиной с дрозда белоклювые буйволовы птицы (*Bubalornis albirostris*) из африканских саванн строят в кроне одного дерева много гнезд, перекрывая промежутки между ними колючими ветками, так что получается ощетинившийся колючками общий «дом», у которого входы в отдельные, мягко выстланные «квартирки» находятся снизу. Все сооружение может достигать 2—3 м в диаметре.

Еще большего размера достигают коллективные гнезда общественного ткача (*Philetairus socius*). Сначала несколько птиц принимаются строить на подходящем дереве крышу из ветвей и сухой травы. Внутри этой основы каждая пара моногамных птиц сооружает собственную гнездовую камеру. Снаружи видны только направленные вниз входные отверстия. Год за годом достраивают птицы гнездо, которое, таким образом, существует иногда более ста лет. В «старых» гнездах бывает до 300 гнездовых камер. Одно из гигантских сооружений имело 7 м в длину, 5 м в ширину и 3 м в высоту! С увеличением размера гнезда растет опасность того, что труд многих поколений птиц рухнет вниз, так как ветви дерева не выдерживают нагрузки в сотни килограммов. Общественные ткачи иногда гнездятся и на телеграфных столбах.

В коллективном гнезде общественных ткачей часто поселяются квартиранты: мелкие виды попугаев и соколов, астрильды, а также некоторые ящерицы и древесные змеи. Поэтому оно не пустует и вне периода гнездования ткачиков, да и сами хозяева прилетают ночевать. Как показали измерения, перепад температуры внутри гнезда гораздо меньше, чем снаружи, где — что обычно для засушливых районов — днем жарко, а ночью холодно. Как видим, немалая экономия для энергетического бюджета птиц.

Почему бы всем птицам не спать в гнездах? Однако это делают немногие, например воробьи, сороки, крапивники, дятлы, уже упоминавшиеся ремезы и ткачики. Но тут мы вторгаемся в другой комплекс «жилых построек», о котором пойдет речь в следующей главе. Именно к этой категории строительных конструкций следует отнести специально сооружаемые спальные, или ночевочные, гнезда некоторых воробьев и дятлов.

Жилая постройка служит постоянным или временным убежищем соорудившим ее животным, а иногда и их потомству. Она защищает от неблагоприятных условий окружающей среды: от вредного воздействия как абиотических (температуры, влажности и т. п.), так и биотических факторов (хищников, паразитов, возбудителей заболеваний). Благодаря длительному естественному отбору наиболее способных строителей жилища животных оказывались все лучше приспособленными к тем или иным условиям среды. Так появились удивительные общественные «шатры» гусениц некоторых бабочек, в которых бывает градусов на 10 теплее, чем снаружи, теплые гнезда мышей и белок, защитные капсулы из ила, где двоякодышащие рыбы пережидают период высыхания водоема, и множество построек, защищающих обитателей от врагов. Это и переносные домики личинок ручейников, и сложные системы подземных убежищ сурков и луговых собачек, и искусно сплетенные из сухой травы гнезда мышей-малюток, и запирающиеся норки пауков ктенизид. Правда, защита от преследования врагами никогда не бывает абсолютно надежной, так как параллельно с усовершенствованием «замков» естественный отбор отшлифовывает и способности тех, кто эти замки отпирает.

Принцип классификации жилых конструкций также основывается на строительной технике, так что их можно разделить на две большие группы: вырытые в субстрате и возведенные тем или иным способом над ним. Последние можно дополнительно разделить по степени использования в качестве стройматериалов собственных выделений.

Искусственные полости

Укрыться проще всего в какой-либо щели, будь то дыра в земле, трещина в камне или дупло в дереве. Но животные-строители вместо того, чтобы искать подходящее естественное укрытие, сооружают его сами. Это, пожалуй, наиболее распространенная форма строительной деятельности. Древний человек тоже долгое время жил в пещерах, прежде чем научился строить землянки и прочные дома.

Полость в субстрате можно создать многими способами. Основные из них: копание с оттеснением и выгребанием субстрата, минирование, сверление, растворение. Несмотря на столь разные методы работы, конечный результат практически один — искусственная пещера. Многие животные, кроме того, дополнительно возводят в предварительно созданной полости какие-либо сооружения, например перегородки, запоры, а также обивают и выстилают свое жилище.

Подземные владения дождевого червя

Дождевые черви знакомы всем с малых лет. Одни вспоминают о них с отвращением, другие знают им цену как хорошей наживке для ужения. Еще в школе нас учили, что черви улучшают структуру почвы. В общем им повезло больше, чем другим «низшим» животным, для которых часто есть одни лишь латинские названия — тоже показатель меры интереса к ним. И все же наши знания о червях еще недостаточны, если учесть, сколь важную роль играют эти малоприятные с виду существа в общем бюджете природы.

Большую часть своей жизни дождевые черви проводят в самостоятельно проложенных в земле ходах. Обычно ходы бывают двух типов: одни служат для добывания пищи и пронизывают вдоль и поперек богатый перегноем слой почвы, другие же уходят вертикально вниз (у некоторых видов — почти на 8 м). На такой глубине вряд ли найдется что-нибудь съедобное даже для червей; глубокие шахты они прокладывают в поисках благоприятных условий, избегая длительных холодов, жары или засухи. Правда, европейские дождевые черви (их около 30 видов) так глубоко не забираются. Уже на глубине 1—2 м они находят сравнительно постоянные условия с малыми колебаниями температуры и высокой влажностью. На дне такой шахты и находится свернувшийся клубком дождевой червь, эта поза значительно уменьшает поверхность тела, соприкасающуюся с окружающим воздухом, и сводит до минимума потери воды через кожу. Дополнительную защиту от высыхания создает слой слизи и экскрементов, покрывающий стенки подземной камеры червя.

Техника рытья у дождевых червей определяется механическими свойствами грунта: рыхлую влажную землю они раздвигают в стороны передним концом тела (прокладка хода оттеснением). Заостренный передний конец с головной лопастью втискивается в крошечные щели, набухает за счет сжатия мощного кожно-мускульного мешка и раздвигает землю, словно клин. Попеременно то вытягивая передний конец, то вновь раздувая его, червь продвигается в рыхлой почве вперед. В более твердом грунте дорогу себе он проедает (техника минирования). Созданные таким

образом штольни позже используются как пути для ухода от опасности или для подъема на поверхность в поисках гниющих частей растений. Так что эти норки — не просто бесполезный побочный продукт поедания почвы. После того как частички грунта пройдут через кишечник червя, где переварятся разлагающиеся органические вещества и различные почвенные организмы, остатки в виде маленьких липких комочков помета выбрасываются кучками у норки либо используются для «штукатурки» ее стенок.

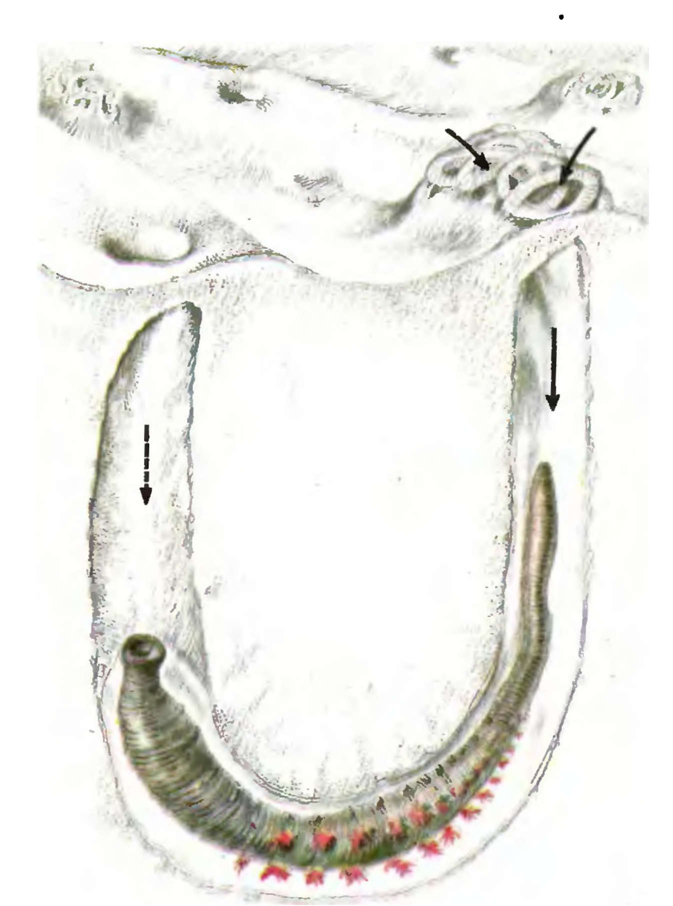
Сбор и взвешивание таких кучек помета позволили оценить, какие количества земли перемещаются благодаря роющей деятельности дождевых червей. И хотя значительная доля пропущенной через кишечник почвы остается на стенках подземных ходов, цифры получились ошеломляюще большими: в пересчете на гектар речь идет уже о тоннах. В средних широтах выброшенная за год червями земля покрыла бы почву сплошным слоем толщиной 0,3 см. У гигантских тропических червей (длина тела которых подчас достигает 2 м, высота кучки помета — 15 см, а ее вес — 300 г) этот слой получился бы толщиной в 1—2 см. В долине Белого Нила за одну только ночь, по расчетам, на поверхность 1 га выносится 5,5 т земли, так что за 27 лет черви «перепахивают» всю толщу почвы на глубину до 50 см!

Своей роющей деятельностью, приводящей к разрыхлению грунта, более равномерному перераспределению питательных веществ, улучшению режима влажности и газообмена в почве, дождевые черви повышают ее плодородие, чем помогают и человеку. Следует сказать также о химических и биологических изменениях, которые претерпевает почва, проходя через кишечник червей (образование комплекса минеральных и органических веществ, чрезвычайно важного для плодородия почвы).

Еще один очень интересный аспект строительной деятельности дождевых червей — ее значение для археологических исследований. Усиленно копаясь под камнями, а также под упавшими на землю различными предметами — домашней утварью, оружием, произведениями искусства и т. п., — черви ускоряют процесс их постепенного погружения в землю. Выброшенная ими на поверхность почва медленно, но верно укрывала и консервировала не только черепки и украшения, но даже стены зданий и целые города античного мира.

Трубки-норки в морском дне

От живущих на суше дождевых червей перейдем к их родичам, обитающим в море. Их жилые постройки также тесно связаны с добыванием пищи. Поверхность и толщу морского дна населяют черви, иглокожие и целый ряд других групп животных. Многие из них обнаруживают сходные черты образа жизни и строительной деятельности, поэтому мы ограничимся здесь всего одним примером.



Пескожил в своей норке (схематично). Слева — воронка, по которой песок «стекает» в норку (пунктирная стрелка), справа — спирали экскрементов перед входом. Свежая вода (сплошная стрелка) приносит пищевые частицы, оседающие в песке. Червь съедает их вместе с песком.

На побережьях западной части Балтийского моря и Северной Атлантики на обнажающихся во время отлива песчаных и илистых мелководьях на каждом шагу попадаются кучки спирально закрученных песчаных «колбасок». Это экскременты многощетинкового червя пескожила *(Arenicola marina)*.

Пескожилы обитают на заиленном песчаном дне в U-образных норах, которые они, подобно дождевым червям, проедают в грунте. Стенки одного вертикального и горизонтального участка изогнутой трубки червь закрепляет слизью. Второй (передний) вертикальный канал заполнен песком, поступающим с донной поверхности и обогащенным оседающими пищевыми частицами. Этот песок и поедает лежащий в горизонтальном отрезке пескожил. Понятно, что сам песок червь не переваривает, а использует лишь попавшие вместе с ним микроорганизмы и мелкие органические частички.

Чтобы удовлетворить свою потребность в пище, пескожилу приходится «поедать» значительное количество песка. В активной фазе каждые сорок минут

он подползает к отверстию укрепленного отрезка трубки и выбрасывает из него спиральные кучки экскрементов. Об уборке отбросов «позаботятся» морские волны.

До недавнего времени считали, что пескожил просто ест грунт со дна. Теперь же ученые выяснили, что часть жилой трубки служит фильтром. Лежа на дне своего жилища, пескожил создает в нем постоянный ток воды волнами сокращений, бегущими от заднего конца его тела к переднему. Благодаря этому животное получает с током воды необходимый для дыхания кислород и пищевые частицы, оседающие у входа в заполненное песком колено. Песок — превосходный фильтр: тот, что попадает в рот червя, содержит несравненно больше органических веществ, чем поступающий сверху.

Личинка пескожила сначала держится у дна и, лишь достигнув 8 мм в длину, приступает к сооружению жилой норки.

Минеры листьев

Дождевые черви, пескожилы и многие другие животные прокладывают используемые как убежища ходы, выедая главным образом неорганический субстрат. Тысячи же видов насекомых предпочитают органический материал. Сейчас мы поговорим о форме строительной деятельности, которую можно в какой-то мере считать побочным «продуктом» пищевого поведения.

Здесь мы вновь встречаемся с листом как стройматериалом, в данном случае как субстратом для минирующих животных — целого ряда мух, комаров, бабочек, жуков и пилильщиков. Правда, жилые постройки такого рода характерны большей частью не для взрослых насекомых (имаго), а для их личинок, выгрызающих хорошо заметные системы ходов в самых разных листьях.

Внимательному наблюдателю сразу бросаются в глаза прямые или спирально закрученные, точечные или пузырьковидные листовые мины. Они обычно несколько светлее окружающей зеленой ткани листа, так как личинки питаются в основном нежными внутренними слоями клеток, в которых как раз и содержится хлорофилл. Изменение цвета ходов происходит также и за счет продуктов выделения минеров.

Понятно, что пространство между верхней и нижней поверхностями листа, мягко говоря, маловато, но и оно часто используется не полностью. В этом легко убедиться, сорвав несколько поврежденных листьев. Светлые ходы не всегда видны с обеих сторон, так как они обычно проходят в мякоти лишь с одной стороны листа. Специализация заходит так далеко, что некоторые сильно уплощенные личинки живут только в кожице листа. Сколь же малыми должны быть размеры насекомых, заселяющих всего один слой клеток!

Выгоды образа жизни минеров с утилизацией субстрата обитания, как говорится, налицо. Не надо тратить сил, чтобы добраться до обильных резервов пищи. Требуются, правда, дополнительные затраты на сооружение убежищ, однако минирующие организмы менее подвержены нападению хищников и паразитов, ушли они и от конкуренции с видами, осваивающими поверхность листа. Нельзя забывать и о более благоприятном микроклимате внутри листа, в «тепличной атмосфере» которого ускоряется развитие яиц и личинок. Функции листовых мин перекрываются с функциями «настоящих» жилых построек, кроме того, они служат ходами, а также укрытиями для окукливающихся личинок.

Подобные условия имеются и в других органических субстратах. Мы найдем самые разнообразные ходы минеров в стеблях, развивающихся плодах, почках, под корой и даже в древесине. Читатель еще помнит штольни жуков-короедов, и всякий несомненно видел жильцов червивых яблок и слив. Встречаются минеры и в тканях животных, например оводы или ветвистоусые рачки, поселяющиеся в бочонках сальп.

Теперь от строителей нор и пещер, у которых «пустая порода» не пропадает зря, а идет в «пищу», обратимся к другой группе животных-строителей, которые также сооружают с помощью ротового аппарата искусственные полости в субстрате, но не поедают выбранный материал, а тем или иным способом удаляют его. Этот вариант строительства также широко распространен. Большинство приемов изготовления искусственной полости сходны, при их описании неизбежны повторения, поэтому разберем лишь одну конструкцию, в которой сооружение жилой камеры сочетается с дополнительными строительными элементами, — искусственную норку с захлопывающейся крышкой.

Ночной разбойник у приоткрытой двери

Большинство обитающих в теплых краях пауков семейства Ctenizidae выкапывают в почве глубокие норки мощным ротовым аппаратом, снабженным хитиновыми зубцами наподобие грабель. Стенки своей норки паук штукатурит слюной и комочками земли, затем отделывает шелковой обивкой, а сверху прилаживает опускающуюся на шелковых шарнирах коническую крышку, подогнанную, как пробка. У некоторых видов ходы ветвятся и часть или даже все отнорки отделены закрывающимися «дверками». Наружная сторона «двери» всегда тщательно маскируется под окружающий фон, так что даже искушенному наблюдателю стоит большого труда обнаружить вход. Тонкое строение прочных, плотно закрывающихся дверей можно разглядеть лишь под микроскопом: между несколькими слоями шелковистых



Ночью пауки ктенизиды слегка приоткрывают дверцу и стремительно втаскивают в норку пробегающих мимо насекомых.

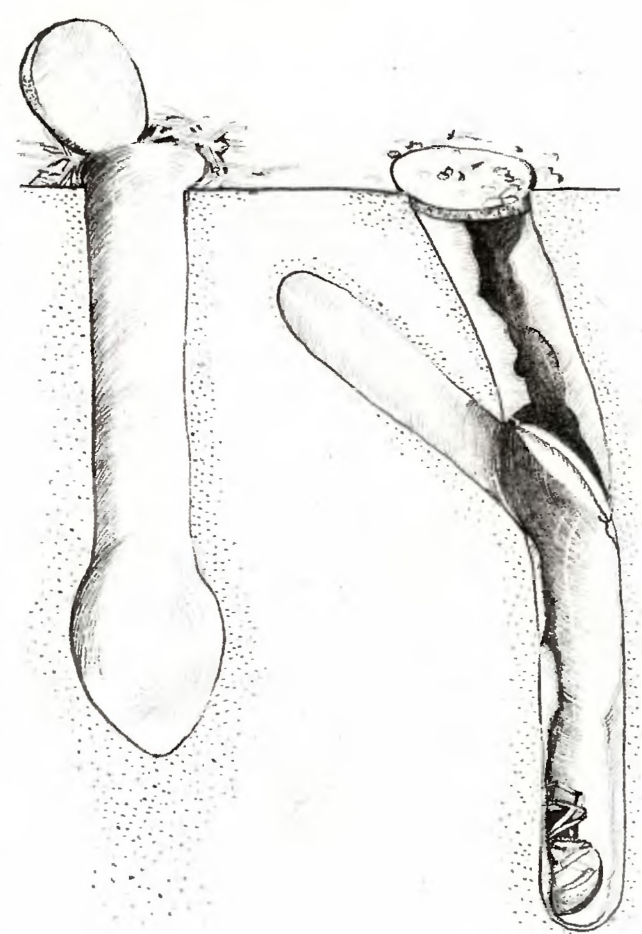
нитей, образующих, подобно стальному каркасу железобетона, густую правильную прямоугольно-ячеистую сеть, вкраплены мелкие камешки. Роль цемента, возможно, играет жидкость, секретируемая особыми клетками кишечной стенки паука и изливающаяся через рот.

Ктенизиды — ночные охотники. Днем они прячутся в своих норах, крепко удерживая крышку-дверь ротовыми органами. Так надежнее спастись от самых страшных врагов — роющих и дорожных ос, а также наездников. Даже ночью основная масса ктенизид не отваживается выйти из норки. Лишь слегка приоткрыв дверку, паук высовывает наружу две передние пары ног и стремительно хватает слишком близко подбежавших к его убежищу насекомых.

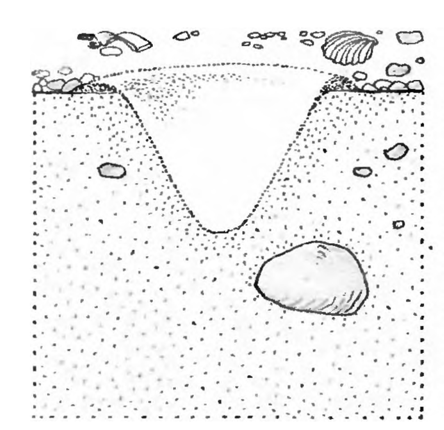
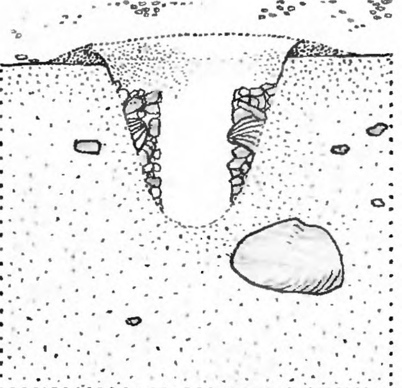
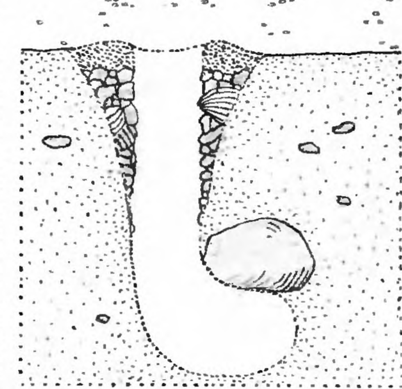
Рыба-землечерпалка

У тропических большеротых рыб рот такой огромный, что сразу наводит на мысль о его особом предназначении. И действительно, эти 10—20-см длины рыбки выкапывают ртом норы глубиной до метра и «облицовывают» их изнутри камешками и раковинами моллюсков. Нора представленного здесь *Opisthognathus aurifrons*, правда, не так глубока — слишком твердо каменистое, буквально набитое обломками кораллов морское дно у родных ему тропических побережий Центральной Америки.

Найдя подходящее место неподалеку от других сородичей, большерот начинает работу с выкапывания ямы. Огромным ртом, словно ковшом экскаватора, он берет большие порции песка и оттаскивает в сторону, так что на дне постепенно образуется воронка. С камешками и раковинами моллюсков он поступает так же, а затем использует их для облицовки кратера. На дне вертикальной шахты, обычно под камнем, усердный строитель выкапывает одну или несколько жилых камер, форма которых значи-



Земляные норки ктенизид.
Слева: паутинная крышка-дверь на шелковом шарнире открыта. Падая, она, как пробка, закупоривает вход в норку.
Справа: разветвленная нора *Nemesia cementaria* с наружной и внутренней откидными дверками. Шелковая обивка жилой трубки разрезана.

Большерот *Opisthognathus aurifrons* строит свою нору-шахту.
Вверху: три этапа строительства.
Внизу: грунт со дна норы рыба набирает в рот и относит в сторону. Камешки и раковины моллюсков находят применение при облицовке шахты (нора показана в разрезе).



тельно варьирует в зависимости от характера грунта. Часов через семь на последнем этапе работы большерот выравнивает грунт вокруг «новостройки», чтобы ее не было заметно. Днем рыба подстерегает у входа в нору добычу, ночью и в случае опасности прячется внизу, прикрывая вход камешком или раковиной.

И хотя это непосредственно не относится к строительной деятельности, все же нельзя не сказать, что наш знакомец использует свою огромную пасть не только в качестве землечерпалки или для ловли крупной добычи, но и как выводковую камеру. На протяжении нескольких недель икра и мальки вынашиваются в ротовой полости — удивительное решение задачи выращивания и защиты потомства.

Копают ртом и вынашивают во рту потомство представители и других семейств рыб. Следующий интересный пример — двоякодышащие рыбы, пользующиеся, однако, иными методами транспортировки материала.

Рыбий кокон

В местностях с ярко выраженным засушливым периодом реки и озера обычно пересыхают. Какие проблемы это создает для наземных животных и как они пытаются справиться с ними при помощи строительной деятельности, мы уже обсуждали на примере колодцев слонов и термитов. Для водных животных такая угроза, конечно, еще страшнее. Рыбы обычно собираются в наиболее глубоких местах, но полное высыхание водоема означает для них верную смерть.

Удивительную технику выживания в таких условиях выработали двоякодышащие рыбы (Dipnoi). Это настоящие рыбы с жабрами, хотя и весьма реду-

цированными, поскольку большая часть газообмена осуществляется парными «легочными мешками». Столь своеобразные существа живут в болотистых районах Центральной Африки, очень похожие на них рыбы встречаются также в Южной Америке и Австралии. Когда водоем, где живут африканские протоптеры *(Protopterus)*, начинает катастрофически уменьшаться, рыбы закапываются примерно на полметра в глубину в ил, пользуясь способом оттеснения субстрата. Если мягкий верхний слой ила сменяется более плотным грунтом, оказывающим большее сопротивление, рыба начинает, держась вниз головой, выкусывать субстрат. Она разжевывает кусочки грунта, а размельченный и смешанный с водой материал выбрасывает через жаберные щели и гонит ударами плавников к выходу.

Как показали новейшие исследования, закапывание стимулируется не только внешними (понижение уровня воды и содержания в ней кислорода), но и внутренними факторами. В конце прорытого хода рыба свертывается U-образно так, чтобы голова прикрыла хвост. Выделяемая кожными железами слизь постепенно обволакивает ее со всех сторон, и в конце концов она оказывается заключенной в прочной, проклеенной слизью капсуле из ила. Теперь рыба связана с наружной средой только воздушным каналом с узким отверстием, изогнутые края которого открываются прямо ей в рот.

Эксперименты показали, что протоптеры могут прожить в такой капсуле до четырех лет. В этом состоянии обмен веществ у них резко снижается. «Кормятся» они своей мышечной тканью и поэтому теряют в весе и даже укорачиваются.

Капсула становится столь твердой, что ее можно выкопать из грунта вместе с рыбой. Так и приносят ее на базар — нечто вроде живых консервов. Чтобы добраться до вкусной рыбы, нужно лишь разбить капсулу. Но обычно ее целиком запекают в горячей золе — протоптер в собственном соку.

Если кокон не будет никем потревожен, то первый же сильный дождь размочит затвердевший ил и добровольный затворник получит свободу.

Кроме рытья ртом у рыб немало других способов копания. В простейших случаях рыба становится носом ко дну и резкими бросками вперед врезается в грунт (подобно тому, как это делает протоптер в мягком иле), пока не погрузится в него настолько, что движения ее тела получают опору в грунте. Тогда дело идет быстрее. Мы уже видели подобную технику копания оттеснением субстрата у дождевого червя. Созданную полость требуется укрепить, чтобы ею можно было пользоваться продолжительное время. Морские угри гетероконгеры (Heterocongeridae) делают это, например, с помощью секрета хвостовых желез. Они, впрочем, и зарываются в грунт хвостом вперед, при этом важную роль играет кайма плавников, движения которой отбрасывают назад часть песка — комбинация оттесняющих грунт и плавательных движений.

Другие рыбы помогают себе грудными и брюшными плавниками или используют силу хвостового плавника и всего тела, чтобы отбросить или вывернуть со дна грунт. К этой группе принадлежат уже известные нам лососи, создающие галечное ложе для будущего потомства мощными ударами своего тела и хвоста. Рыбы послабее используют для рытья «нормальное плавание»: удерживаясь на месте, «плывут полным ходом», отбрасывая назад воду, которая уносит песок и мелкие камешки. Удерживаться на одном месте рыбы могут различными способами: либо тормозят движение брюшными плавниками, гребя ими в противоположном направлении, либо, лежа на дне, цепляются брюшными плавниками за грунт, заклиниваются в щель с помощью других плавников или упираются во что-либо головой. В общем для своей строительной деятельности рыбы могут использовать практически любое подходящее движение тела, парных или непарных плавников и даже скрытых под кожей частей скелета, что косвенно подтверждает селективное преимущество этой формы поведения.

Бурение и растворение

На примере двустворчатых моллюсков можно рассмотреть сразу два интересных варианта строительной техники: механическое сверление специальными рашпилями на раковинах и внедрение в известняк с помощью растворяющего известь секрета особых желез, представляющего собой кислоту.

«Классические» сверлящие моллюски относятся к надсемейству бессвязочных (Adesmacea). Все его представители способны вбуравливаться в субстрат. Они могут прокладывать ходы в известняке, в меловых утесах, в ракушечнике, в скоплениях органических веществ, а также внедряться в любую древесину. Не останавливаются они и перед творениями рук человеческих, повреждая портовые сооружения, плотины, мосты, даже глубоководный кабель, а также корабли с деревянным корпусом.

Возможность бурения у этих моллюсков обусловлена подвижностью половинок их раковины, которые не удерживаются в закрытом состоянии, как у «нормальных» моллюсков, специальным замком со связками, а свободно двигаются относительно друг друга благодаря работе сильных мышц, действуя как бур, а точнее, как рашпиль. Обе створки раковины на переднем конце ребристы или зазубрены. Есть и другие приспособления к этой специализации — дополнительные преобразования формы раковины, смещение некоторых органов и мышечных групп. Передний замыкающий мускул, например, служит уже не для закрывания створок раковины, а для открывания

их. Задний замыкающий мускул закрывает створки, и благодаря постоянному чередованию сокращений этих мышц сверлящие моллюски постепенно пробуравливаются сквозь субстрат с помощью рифленых и зазубренных передних краев или всей поверхности раковины.

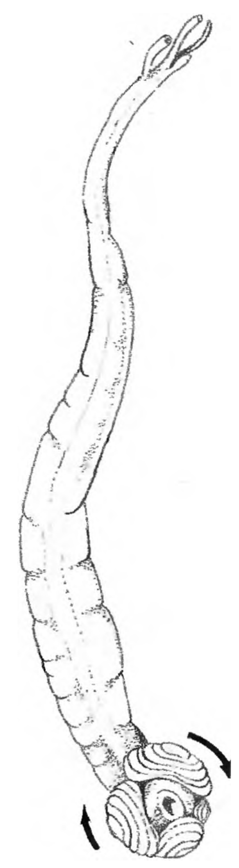
У рода *Zirfea* удалось, вскрыв ход моллюска, проследить за процессом сверления, не слишком мешая «работе» животного. Моллюск закрепляется ногой на стенке хода и начинает медленно вращаться вокруг своей оси, попеременно раскрывая и закрывая створки раковины. Потом переносит ногу на новое место и вновь продолжает вращение. При этом соскребаются мельчайшие частицы породы — весьма затяжное мероприятие, так как моллюску потребуется более тридцати раз перенести ногу, пока он закончит одно вращательное движение вокруг своей продольной оси. Пока моллюск растет, ему приходится постоянно расширять полость, в которой он живет.

Из просверленного хода обычно высовываются длинные вводной и выводной сифоны, через которые моллюск получает свежую воду и фильтруемые им мельчайшие организмы, служащие ему пищей.

Совсем другой способ питания у морских древоточцев (Teredinidae). Они сверлят только древесину и в состоянии переварить бóльшую часть соскобленного материала. Неделями могут они питаться одной древесиной, хотя обычно, как и все двустворчатые моллюски, отфильтровывают планктон, за счет которого покрывают потребности в азоте.

Голое тело этих моллюсков (за что они получили название «корабельные черви») может быть удивительно длинным. Так, у норвежского корабельного червя *(Teredo norvegica)* длина тела 50—100 см! Все оно, включая оба сифона, окружено тонким слоем извести, оседающей на стенках просверленного в древесине канала. Створки раковины сильно редуцированы, они кольцом охватывают самый передний конец тела и служат орудием сверления. Здесь же находятся ротовое отверстие и сильно редуцированная нога моллюска. Створки раковины распались на переднюю, среднюю и заднюю пластинки. Поверхность двух первых покрыта, словно напильник, параллельными ребрышками или усеяна тысячами зубчиков — главными элементами «сверла». Створки соединяются на спинной и брюшной стороне лишь в двух точках, функционирующих как суставные головки (уникальное для моллюсков решение проблемы). Так как ось вращения не совпадает с продольной осью тела животного, а расположена перпендикулярно ей, створки движутся взад-вперед — совсем не так, как у других моллюсков. Передние пластинки с ребрышками скребут древесину на тупиковом конце хода, а зубчики средней пластинки, которую вращает мощный задний замыкательный мускул, расширяют ход. Маленькая нога и передние части мантии прижимают сверлильный аппарат к обрабатываемой древесине.

После каждого поворота раковины нога отправляет древесную крошку в рот. В минуту совершается от 8 до 12 вращательных движений, и нога после каждого приема пищи вновь присасывается к субстрату, понемногу сдвигаясь в сторону. В результате моллюск медленно вращается вокруг своей оси и обрабатывает всю поверхность хода. Стертые зубчики и ребрышки сменяются новыми, нарастающими от края мантии, а старые сдвигаются назад.


Норвежский корабельный червь (*Teredo norvegica*). Створки раковины этого моллюска сильно редуцированы и преобразованы в «сверло».

Одна самка корабельного червя *Teredo navalis* откладывает ежегодно в 3—4 приема от 1 до 5 миллионов яиц. До последней личиночной стадии потомство развивается в жаберной полости матери, а затем выбирается в воду. Одну — три недели личинки живут в составе планктона, а затем с помощью особого секрета прикрепляются к древесине и тут же начинают скрести ее краями раковины. До тех пор пока раковина не преобразовалась в сверлильный аппарат — у личинок имеются обычные замковые зубы, — личинки прячутся в вал из древесных опилок. Первый буровой ход молодого моллюска делается косо, а затем изгибается и обычно идет вдоль волокон древесины, поэтому и не сразу разглядишь, поражена подводная часть сваи или нет. Лишь сделав продольный срез, можно увидеть масштабы повреждения.

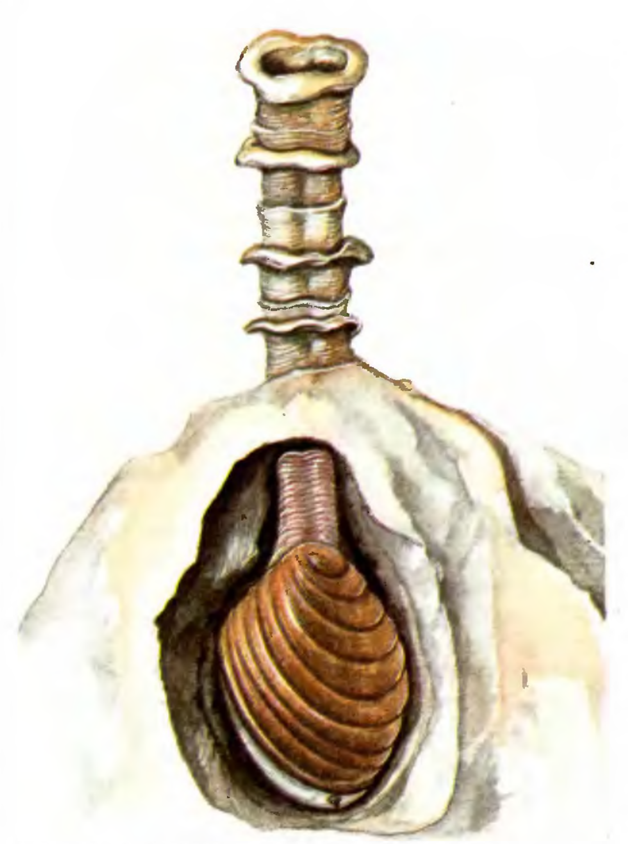
Порой вся поверхность среза бывает усеяна дырочками ходов. Учитывая необычайно высокую плодовитость *Teredo navalis*, легко представить себе, какие огромные суммы поглощает постоянное укрепление деревянных портовых сооружений. В некоторых районах сваи приходится менять ежегодно. В 1731—1732 годах Нидерланды постигла неожиданная катастрофа: массовое размножение корабельного червя угрожало полным уничтожением построенным из дерева плотинам и дамбам.

Сходный образ жизни ведут и «роющие растворением» моллюски, а также сверлящие губки и знаменитый червь палоло. Они внедряются в скалы, утесы и толстостенные известковые раковины крупных моллюсков с помощью кислот, содержащихся в секрете особых желез. Некоторые виды моллюсков саксикав (Saxicavacea) сочетают механическое сверление с химической обработкой субстрата. Только химическим способом пользуются такие камнеточцы, как, например, съедобные средиземноморские каменные финики *(Lithophaga mytiloides)*. Передний край их мантии выделяет растворяющий известь кислый секрет, с помощью которого моллюск и готовит себе жилье. Для химического способа «бурения» раковина не нужна, поэтому она остается неизменной — хороший признак, позволяющий сразу определить, каким образом внедрился обнаруженный в твердом субстрате моллюск. На берегу Неаполитанского залива в одном старинном храме на высоте от 3,6 до 6,6 м в колоннах видны отверстия, проделанные когда-то морскими финиками. Столь удивительный феномен свидетельствует о том, что в этом месте суша какое-то время была не более чем на 6,6 м ниже уровня моря, позволив сверлящим моллюскам обосноваться и пожить здесь.

Многие моллюски, способные растворять известь, окружают свое тело вместе с раковиной и длинными вводным и выводным сифонами тонким известковым покровом, принимающим грушевидную или колбообразную форму. В такой «вторичной» раковине животные защищены от песка и других чужеродных частиц, оседающих на «известковой капсуле» моллюска. Морская леечка *Clavagella* по мере роста наращивает известковую трубку, в которой помещаются длинные сросшиеся сифоны. Такой странный внешний вид и обусловил возникновение забавного немецкого названия моллюска — «ракушка с дымовой трубой».



Сверлящие моллюски.
Вверху: деревянная свая, изъеденная корабельным червем. Просверленный в древесине ход выстлан тонким слоем извести (часть сваи разрезана).
В центре: моллюск устричное сверло бурит даже твердые породы, врезаясь в них с помощью зазубренных краев раковины.
Внизу: каменные финики растворяют известняк секретом особых желез, прокладывая таким путем свои ходы (камень оббит).



Морская леечка создала полость в известняке (вскрыта) благодаря разъедающему секрету своих желез. Вокруг тела и длинных сифонов откладывается известковая оболочка. «Манжеты» на «трубе» образовались в результате неравномерного роста животного.

Рытье выскребанием и выгребанием

Мы уже много говорили о разных жилищах, здесь же обсудим рытье в узком смысле слова, то есть обратимся к тем животным, которые сооружают норы своими конечностями. Важнейшие технические приемы при этом — выскребание и выгребание плавательными движениями. К скребущим, или собственно роющим, животным относятся уже описанные нами роющие осы. Они работают передними конечностями либо попеременно, либо одновременно, при этом могут использовать также среднюю пару ног. Выбранный песок они отбрасывают ногами назад, к входу в гнездо, или выталкивают его наружу, пятясь. Некоторые осы выносят кучку песка, зажав ее между передними ногами и головой, и оттаскивают в сторону «пешком» или перелетая.

Подобный тип строительной деятельности конвергентно развился и у ряда роющих позвоночных. В основном позвоночные роют грунт передними конечностями, действуя ими одновременно или попеременно (кролики, мыши и многие иные грызуны, а также лисица, барсук и т. д.). Другие позвоночные продвигаются в земле, змеевидно извиваясь и работая всем телом, а не только загребая конечностями (например, крот и некоторые представители грызунов и сумчатых). Лишний грунт также удаляется из норы различными способами; многие отбрасывают землю под себя и назад: лисица, например, работает передними ногами, отбрасывая ими землю назад между широко расставленными задними. Грызуны обычно упираются в земляную кучку задними ногами и так выталкивают ее из норы, но некоторые проделывают это передними ногами. Крот и ряд других животных, «плавающих» в грунте, отталкивают его назад задними конечностями, но, встречая сильное сопротивление, поворачиваются и выталкивают наружу передними. Крот развивает при этом такое усилие, что способен вытолкнуть из норы грунт в двадцать раз тяжелее собственного веса.

Среди позвоночных роют себе жилье конечностями многие земноводные, особенно бесхвостые, и даже некоторые рыбы. Пресмыкающиеся, например черепаха-гофер *(Gopherus polyphemus)*, обитающая в сухих прериях юга Северной Америки, и подобные ей, спасаются от полуденной жары в самостоятельно выкопанных норах, как и многие настоящие ящерицы (Lacertidae). Молодые крокодилы выкапывают в берегах водоемов глубокие норы, где прячутся от склонных к каннибализму взрослых родичей. Выкопанные с помощью конечностей жилища известны у птиц, хотя и немногих, утконоса, ряда сумчатых (например, сумчатого крота и вомбата) и у многих высших млекопитающих (к этой группе относятся броненосцы, ящеры, трубкозуб, бородавочники, карликовый бегемот, большинство грызунов, медведи, гиены, барсуки, лисицы, шакалы, сурикаты, лисицевидный мангуст и земляной волк).

Из всех этих зверей мы рассмотрим подробнее только грызунов. Благодаря способности выкапывать глубокие норы они смогли заселить даже такие малопригодные для жизни области, как степи, пустыни и полупустыни, где к тому же практически нет естественных укрытий от хищников. Обитающие там грызуны по-разному приспособились к этим обстоятельствам. Одни полностью или частично перешли к подземному образу жизни: подобно кротам, они редко покидают свои жилища и приспособлены к подземной жизни всем строением своего тела. Глаза и ушные раковины становятся у них маленькими, хвост укорачивается, а вальковатое тело несет короткие мощные конечности. Передние лапы обычно широки и снабжены длинными когтями. Если же передние конечности мало изменены, то обычно развиваются мощные, выступающие вперед резцы, помогающие при разрыхлении грунта. В каждой крупной зоогеографической области имеются свои специализированные роющие грызуны, независимо друг от друга приспособившиеся и обликом, и поведением к подземному образу жизни.



Приспособления различных млекопитающих к подземному образу жизни (сверху вниз).
Златокрот (сем. Chrysochloridae) — южноамериканское насекомоядное. На передних лапах у него по два мощных когтя, нос покрыт толстой роговой подушкой, а глаза закрыты сросшимися опушенными веками.
Голый землекоп (*Heterocephalus*) живет в пустыне и роется в поверхностном слое хорошо прогретого песка. Густой волосяной покров ему не нужен, поэтому он редуцирован до немногих чувствительных волосков. Выступающими вперед резцами землекоп грызет менее податливый грунт, а длинными, покрытыми густой щетиной пальцами отбрасывает рыхлый материал.
Крот. Передние конечности преобразованы в широкие лопаты; короткий мех плотно прилегает к телу; глаза маленькие, едва способные видеть.

Еще одна возможность выжить в открытых ландшафтах использована многими мышевидными грызунами, преимущественно полевками, которые хотя и роют норы, кормятся на поверхности земли, прокладывая систему туннелей в зарослях травы (см. раздел о строительстве дорог). Травяной покров в качестве укрытия используют многие мелкие животные. Такие же зверьки, как сурки, суслики и луговые собачки, не прячутся в траве, но зато имеют специальные предостерегающие сигналы, издаваемые, как только в поле зрения зверька попадает враг или даже какой-нибудь нейтральный объект. Эти животные, как правило, живут большими сообществами и извлекают пользу из имеющихся в их распоряжении органов чувств, чтобы обнаружить опасность. Они могут быть довольно крупными, но все-таки размеры тела ограничены затратами сил на выкапывание норы. На примере сурков мы покажем, как строительная деятельность в сочетании с особой формой приспособления в виде зимней спячки приводит к селективному преимуществу.

Короткое лето сурков

Нещадное солнце сжигает казахстанские степи. Куда ни глянь, повсюду разбросаны кучи земли от 8 до 12 м в поперечнике. Их так много, что не сосчитать. Эти кучи — выбросы сурков около нор, сурчины. Вот уж поистине ландшафт, созданный животными.

Стоит подойти ближе, и сурки исчезают, но чуть подальше видны торчащие из нор головы, а метров за 100 «столбиками» стоят на задних лапах плотные коренастые зверьки величиной с зайца. Все они через короткие промежутки времени издают ритмичные хриплые лающие звуки — система предупреждения об опасности, настолько действенная, что даже стремительно налетающему орлу-могильнику не удается провести бдительных сторожей.

В начале лета семья сурков целыми днями занята поисками пищи. Забавно выглядят елозящие на брюхе зверьки. Они тщательно выбирают самые сочные стебельки и травинки. Одному зверьку требуется ежедневно до 1,5 кг зеленого корма, чтобы набрать за лето обязательный килограмм жира — резервного вещества, которое позволит пережить зиму. Уже в середине августа, когда в Европе еще разгар купального сезона, сурки затыкают входы в норы и укладываются на «зимнюю спячку». Точнее сказать, на летнюю, которая без перерыва переходит в зимнюю.

Что это — природный анахронизм? Вовсе нет. Сопоставим условия среды обитания и образ жизни животных: для накопления жировых запасов сурки используют сочную растительную пищу, но уже в июле в степи вряд ли найдешь много свежей зелени. Трава сохнет на корню и теряет питательную ценность, да и выедают ее основательно к этому времени стада сайгаков и домашних животных.

Энергетический баланс сурков теперь станет отрицательным: им угрожает гибель, если они своевременно не перейдут на режим строгой экономии, характерный для спячки. Но спать зимой можно лишь в защищенных от мороза убежищах, а так как в степях нет естественных «пещер», то суркам приходится самостоятельно строить глубокие подземные жилища.

Копая, они откидывают рыхлую землю передними лапами под брюхо, подхватывают ее задними и отбрасывают назад. Узкие, точно по размеру животно-

го коридоры образуют уходящую вглубь на 2—3 м (иногда до 7!) сложную разветвленную систему с одним-двумя выходами, жилой камерой и рядом слепо оканчивающихся отнорков-уборных — особого конструктивного элемента, обеспечивающего чистоту в жилище, ведь сурки почти девять месяцев проводят «взаперти», не имея возможности убрать выделения наружу или закопать их.

Все члены семьи спят в жилой камере на мягкой подстилке, свернувшись калачиком и тесно прижавшись друг к другу (чем суровее зима, тем толще подстилка; самая пышная «перина» у черношапочного, или камчатского, сурка, живущего в зоне вечной мерзлоты). Обмен веществ во время спячки резко снижен, температура тела падает до 5°С. Если температура еще падает, некоторые зверьки просыпаются, мочатся и вскоре согреваются, причем несколько поднимается температура и в жилой камере, что позволяет спокойно спать остальным членам семьи.

Байбак, или обыкновенный сурок, использует летом и зимой одну и ту же нору. Родственные ему горные виды, например альпийский сурок, летом строят неглубокие норы выше по склону горы — здесь дольше сохраняется свежая зелень. Норы сурков располагаются по склону горизонтальной цепочкой. Рыть летом глубокие норы в каменистом грунте — излишняя роскошь, а зимовать в летней норе накладно — возрастает потребность в резервном жире, а также риск замерзнуть. Так что только два варианта нор оптимально решают экологические задачи. Нора позволяет наилучшим образом использовать пищевые резервы, защищает от врагов, а вошедшая в поговорку способность «спать как сурок» спасает от гибельных энергетических потерь в голодное время. Выживание в суровых условиях обеспечивается, таким образом, именно строительной деятельностью в сочетании с возможностью проводить под землей бóльшую часть жизни.

Слева: встревоженный альпийский сурок у своей норы.
В центре: байбак с детенышем; над ними схема их постоянной норы. Короткие, слепо оканчивающиеся отнорки служат уборными.
Справа: зимняя нора альпийского сурка (схематично). Летняя нора не столь глубока и менее разветвлена.



Строительные конструкции из материалов собственного тела

Раковинные амебы

Разговор о животных, использующих в качестве строительных материалов вещества собственного тела, мне хочется начать с создания раковинки у раковинных амеб. Амебы — одноклеточные существа, комочки протоплазмы без нервной системы и оформленных органов. Их строение и поведение, в частности строительную деятельность, можно разглядеть только под микроскопом. Некоторые виды защищают свое тело раковинкой из силикатных или известковых пластиночек, выделяемых протоплазмой на поверхность клетки, то есть строительная деятельность в нашем понимании отсутствует. Однако есть животные, и среди них *Difflugia*, использующие для построения раковины микроскопические песчинки или обломки скелета диатомовых водорослей.

За строительством домика диффлюгии можно проследить только во время ее размножения (путем деления). К этому моменту протоплазма набирает много воды и выпирает из устья раковинки. Видно, как диффлюгия «собирает» ложноножками песчинки и обломки раковин диатомей. Твердые частицы остаются на поверхности протоплазмы и склеиваются в дочернюю раковину застывающей жидкостью, которая выделяется клеткой и благодаря капиллярным силам заполняет крошечные промежутки между «строительными блоками». Удивительно точная «подгонка» элементов сложной мозаики до затвердения цементирующего вещества обусловлена чисто физическими закономерностями: капиллярным притяжением и силами сцепления (когезии) между микроскопическими частицами.



Некоторые амебы (справа) защищают свое одноклеточное тело тончайшими известковыми или кремнистыми оболочками, выделяемыми протоплазмой. Конечно, это нельзя считать строительной деятельностью.
Зато диффлюгии (слева) используют при строительстве раковинки микроскопически малые песчинки и обломки панцирей диатомовых водорослей.

Таким образом, собственно «строительный процесс» представляет разновидность выделения, сравнимого с образованием раковины у моллюсков. Новое здесь — активное собирание строительного материала, структура которого не меняется, — факт, заслуживающий, согласно определению, наименования «строительная деятельность».

Домики на морском дне

Ряд многоклеточных животных строит похожие с виду, но, разумеется, куда более крупные домики. Строительные материалы они черпают не только внутри собственного тела, но и путем переработки каких-либо веществ окружающей среды. Многие морские полихеты (многощетинковые кольчатые черви, родственники дождевого червя) живут в построенных ими трубках, к примеру обычная у берегов северных морей *Lanice conchilega* длиной 30 см и толщиной до 5 мм. Личинки этого вида долгое время свободно плавают в составе планктона, окруженные полупрозрачной оболочкой из секрета кожных желез. Лишь достигнув определенной стадии развития, они опускаются на дно и, закрепившись, начинают строительство жилой трубки. В качестве стройматериала они используют песчинки, камешки, предпочитая, однако, обломки ракушек, которые захватывают длинными щупальцами. Мелкие частицы транспортируются к головному концу животного по усеянным мерцательными клетками продольным бороздкам на щупальцах; передвигаются они благодаря биению их ресничек. Какое-то время частицы скапливаются под свернутой ротовой лопастью. Из смоченных затвердевающим секретом «кирпичиков» червь строит устье жилой трубки. Обломки покрупнее переносятся щупальцами, смачиваются выделениями брюшной железистой пластинки и вклеиваются в стенки домика, возвышающиеся над грунтом. Наружную поверхность устья готовой трубки полихета усаживает ветвистыми кустиками из склеенных песчинок. Это образование играет роль ставной сети, улавливающей микроорганизмы и органические остатки, которые животное периодически слизывает (ротовой лопастью) или собирает щупальцами. Кроме того, оно служит защитой нежным щупальцам, вытягивающимся до 12 см во время сбора пищевых частиц на дне. Надо сказать, что червь не закрепляется в жилой трубке намертво и может позволить себе «погулять», всегда, правда, возвращаясь обратно.

У берегов северных морей встречаются также



полихеты сабеллярии *(Sabellaria)*. Они строят прочные извитые трубки из крупных песчинок, располагая их вплотную по поверхности дна, иногда на раковинах моллюсков или на панцирях крабов. Плодовитость сабеллярий очень велика, они селятся обычно столь густо, что образуют стенки, напоминающие орга́н и получившие название «песчаных рифов», очень быстро нарастающих. К примеру, перемычка острова Нордерней образовалась всего за два года, а ведь это риф длиной 60 м и высотой до полуметра, образованный примерно 75 миллионами трубок сабеллярий!

В тропиках подобные рифы образованы жилыми трубками червей рода *Phragmatopoma* и достигают в высоту около метра. Предполагают, что выделяемые строящими трубки червями вещества привлекают других личинок того же вида.

Переносные особняки личинок ручейников

Купаясь в лесном озере или разглядывая дно у берега пруда, можно познакомиться с некоторыми постройками личинок ручейников. А если поискать, то их можно обнаружить и в быстром ручье. Форма этих построек столь характерна, что нашла отражение в немецком названии всего отряда — Köcherfliegen (Köcher означает «колчан, чехол»). Впрочем, защитные чехлики строят не все личинки — некоторые живут в воде «нагишом» или плетут простые паутинные коконы для жилья и на время окукливания, как многие из уже упоминавшихся строителей верш. Изготовление паутины при окукливании, характерное для множества других насекомых, несомненно было наиболее древней формой этого рода деятельности. Именно отсюда возникла способность плести из паутины закрепленные на месте жилые трубки, где живут или прячутся в случае опасности личинки. Правда, у таких личинок возникают трудности с добыванием пищи, и тогда трубчатые домики дополняются ловчими конструкциями. Второе направление в эволюции строительной деятельности ручейников привело к сооружению переносных личиночных домиков, когда паутинный шелк сочетается с различными материалами, взятыми из окружающей среды. В таких домиках личинки надежно защищены, но сохраняют подвижность и способность активно отыскивать пищу. Так как личинки большинства ручейников питаются растительной пищей, проблемы быстрого передвижения для них не существует. Немногие хищные виды легко различимы как раз по их большей подвижности. Рассмотрим подробнее соз-

Домик полихеты *Lanice conchilega* на морском дне. Древовидное украшение из склеенных песчинок действует как сеть, задерживающая пищевые частицы.



дание легкого транспортабельного домика у одного из таких проворных хищников — большого ручейника (*Phryganea grandis*).

Поздней весной в стоячих или слабопроточных водоемах наших широт вылупляются из яиц крошечные личинки. Они покидают защитную студенистую оболочку и опускаются на дно водоема. Брюшко личинки одето пока еще лишь студенистым первичным чехликом, на котором позднее она закрепит кусочки водорослей или других растений, располагая их спиралью вдоль тела. Каждый строительный элемент представляет собой длинную полоску (ее ширина раз в десять меньше длины), отрезаемую мастерицей от окружающих растений. Полоски одна за другой приплетаются паутинными нитями к стенке первичного чехлика. При этом сначала шелком заполняется выемка между последней уложенной полоской и краем чехлика, а затем отрезанная верхними челюстями новая строительная деталь укладывается на выровненную шелковую основу, поверхность которой смачивается слюной. Так личинка склеивает отдельные полоски и, кроме того, приматывает их крест-накрест паутиной. Каждый новый кусочек немного выступает над предыдущим, так что получается узкая трубка из спирально наложенных листочков — прочная и одновременно легкая конструкция, как раз то, что надо прожорливой личинке, непрерывно снующей в поисках добычи (она питается личинками других насекомых).

К концу лета достигшая двух сантиметров охотница, одетая «на вырост» в четырехсантиметровый чехлик из 9—12 витков искусно уложенной спирали, меняет местообитание. Теперь она держится вблизи от поверхности воды в зарослях растений, пока они не отомрут. Тогда личинка возвращается на дно водоема. А так как она все время растет, ей приходится постепенно надстраивать свое жилище. Задняя часть личиночного чехлика со временем обтрепывается или обламывается, поэтому у старших личинок

Домики личинок ручейников (сверху вниз). Обитатели быстрых ручьев строят обычно тяжелые каменные футляры, тогда как в стоячих водоемах ручейники используют раковины моллюсков или кусочки растений.
Lepidostoma hirtum строит футляр из растительного материала, располагая его по спирали (показано в разрезе).
Желтоусый ручейник (*Limnophilus flavicornis*) сооружает домик из раковин улиток; рядом домик, построенный ручейником того же вида из кусочков листьев и стеблей.
Шелкоуст (*Sericostoma*) построил домик из песчинок, а расположенная рядом личинка *Glossosoma* соорудила его из камешков.
Домик обитающей на суше личинки одноцветной мешочницы (*Canephora unicolor*). Его сходство с футлярами ручейников основано на чистой конвергенции.



Изменения в конструкции домика личинки ручейника *Dotamophylax luctuosus* при смене местообитания. Самый большой чехлик у нее бывает длиной до 3 см. У других видов меняется не только строительный материал, но и форма чехлика: округлые трубочки из песчинок заменяются четырехгранными из кусочков растений.

домики не столь четкой конусовидной формы. При каждой смене местообитания личинка поневоле использует другие материалы. На первых порах новые строительные детали часто слишком велики — они лишь частично закреплены паутиной и свободно налегают на старую часть чехлика. Но мастерица довольно быстро прилаживается к новому материалу и вновь находит «верный размер». К концу личиночной стадии возникает необходимость переделать жилище для нужд будущей куколки. Многие виды в это время утяжеляют его с помощью камешков и прикрепляют к субстрату. Оба отверстия чехлика плотно заплетают паутиной, пропускающей, однако, необходимую для дыхания свежую воду. Спустя две недели готовая к превращению куколка прорезает спереди паутину своими изогнутыми верхними челюстями и выбирается из ставшего ненужным ей убежища. На поверхности воды оболочка куколки скоро лопается, и взрослое насекомое с прозрачными крыльями начинает новую жизнь — уже в воздушной среде.

Шатры-общежития

Бабочки — ближайшие родственницы ручейников. Общность их эволюционных корней выводится не только из сходства в строении тела, но прежде всего из одинакового в принципе строительного поведения личиночных стадий.

Все без исключения личинки бабочек (их принято называть гусеницами) способны производить паутинные нити. Посредине нижней губы гусеницы находится бородавка с отверстием двух прядильных желез, иногда столь крупных, что они лежат вдоль всего тела. Шелковая нить играет важную роль в жизни гусеницы. Многих бесконечная ниточка сопровождает на протяжении всей жизни. Приклеив шелковинку к субстрату и крепко уцепившись за нее «ногами», гусеница может переползти даже через совершенно гладкие поверхности. Незаменима страховка и при нечаянном или умышленном падении, когда таким способом гусеница пытается исчезнуть из поля зрения врага; шелковинка в буквальном смысле слова является путеводной нитью при смене мест кормежки; она же — необходимый материал для изготовления жилья и кокона. Займемся сначала паутинными гнездами некоторых гусениц.

Паутинное жилье создается без какого-либо плана беспорядочным ползанием по субстрату (по листьям или веточкам), в результате чего свободные промежутки перекрываются шелковистым покровом, напоминающим по форме брезентовый купол циркашапито или что-то вроде мешочка. Наиболее интересные паутинные «шатры» обнаружены у гусениц, живущих сообществами, например у походных шелкопрядов. У различных видов рода *Thaumetapoea* гусеницы не только живут и даже зимуют в общих гнездах, но и ходят «строем» из гнезда к месту кормежки и обратно. Эта особенность поведения и определила название данной группы насекомых. Во время «походного марша» гусеницы постоянно тянут паутинные нити, так что между гнездом и пастбищем образуется прочная шелковая дорога. Паутинные гнезда крупных сообществ гусениц могут достигать более метра в длину и со временем приобретают желтовато-бурый цвет из-за скапливающихся в них экскрементов, жгучих волосков и многочисленных сброшенных во время линьки шкурок. Чем ближе срок окукливания, тем грязнее и темнее становится гнездо, висящее в кроне дерева и теперь заметное издали. Гусеницы окукливаются все разом в скоплении, но каждая в своем коконе, так что образуется нечто напоминающее соты.

Коллективные паутинные гнезда для жилья, кормежки или зимовки сооружают представители и других семейств бабочек, например горностаевые моли (Hyponomeutidae) и волнянки (Lymantriidae), а также совсем неродственные им паутинные пилильщики (Pamphiliidae).

Самые прочные гнезда строят гусеницы мексиканской белянки *Eucheria socialis*. Эти гнезда напоминают бутылки не только по форме: местное население использует их для хранения и даже для перевозки жидкостей.

Особенности поведения гусениц, живущих сообществами, и конструкция их паутинных гнезд столь интересны, что заслуживают нашего пристального внимания. Прежде всего зависимость их поведения от погоды. Наши знания в этой области пополнились благодаря работам американского исследователя У. Дж. Веллингтона, использовавшего в своих опытах чувствительную измерительную аппаратуру для

Открытые наземные гнезда доступны многим врагам. От мелких хищников лучше защищают приподнятые над землей или расположенные на воде гнезда.
45 Лысуха (*Fulica atra*) строит гнезда на мелководьях озер и прудов. С повышением уровня воды она надстраивает гнезда стеблями тростника так, чтобы яйца находились в безопасности.
46 В плавучем гнезде чомги, большой поганки (*Podiceps cristatus*), колебания уровня воды яйцам не страшны. Сложенное кучей из веток и водных растений, оно по краям понижается к воде.

Для сооружения гнезд высоко над землей, например на деревьях и кустах, нужна иная техника строительства. Просто набросанные кучей ветки и стебли не удержались бы здесь и свалились вниз.
Крупные птицы строят гнезда из ветвей и прутьев, втыкая их с разных сторон, чтобы гнездо не расползалось, а для внутренней отделки используют более тонкий материал.
47 Гнездо аиста на дымовой трубе. Постоянные гнезда ежегодно достраиваются. Одно из таких гнезд было сооружено птицами почти 400 лет назад. Со временем растет объем и высота гнезда, а вес его иногда превышает 1000 кг.

Мелкие птицы должны строить толстые теплые гнезда, чтобы уберечь потомство от переохлаждения.
48 Плотно сплетенное и притом эластичное гнездо дроздовидной камышовки (*Acrocephalus arundinaceus*) подвешено между несколькими вертикальными стеблями тростника. Стенки гнезда состоят из растительных волокон, которые птица, перед тем как пустить в дело, смачивает. При подъеме воды гнездо надстраивается сверху.
49 Одно из самых искусных сооружений животных — гнездо обыкновенной иволги (*Oriolus oriolus*). Плетеная корзиночка крепко привязана узлами и петлями к развилке ветки.

Чем меньше птица, тем неблагоприятнее отношение поверхности ее тела к объему и тем тщательнее должна она оберегать потомство от потерь тепла.
50 Корольки — самые маленькие из наших птиц, поэтому их гнезда особенно толсты и теплы. В одном только гнезде красноголового королька (*Regulus ignicapillus*) насчитали 12 000 стебельков мха!

Действенная защита от непогоды и одновременно маскировка достигаются сооружением гнезда с крышей.
51 Гнездо сороки с рыхлой крышей из хвороста.
52 Крапивник (*Troglodytes troglodytes*) у своего шаровидного гнезда.

Птицы, подвешивающие свои гнезда, достигли высшей ступени развития строительной техники.
53—55 Различные стадии постройки гнезда ремезом.
«Корзинку с ручкой» (*53*) плетет один самец. Только после того как у гнезда появится самка, достраиваются его стенки и сбоку приделывается короткий входной рукав (*54*). Готовые гнезда (*55*) так тщательно законопачены растительным пухом и столь теплы и прочны, что в прежние времена деревенские дети собирали их и носили вместо обуви.

Ремез делает «ткань» своего гнезда, втыкая травинки и растительный пух, а ткачиковые (Ploceidae) искусно сплетают ее, сочетая различные петли и узлы, что придает их гнездам дополнительную прочность.

56 Самец маскового ткача призывает партнершу, повиснув на незаконченном гнезде.
57 В тропиках Африки и Азии гнезда ткачиков часто висят на деревьях, словно диковинные плоды.
58 Колониальное гнездовье общественного ткача на алоэ древовидном, Намибия. Под общей соломенной крышей находится до 300 отдельных гнездовых камер. Снаружи видны только открытые снизу входы. Этому коллективному гнезду, возможно, более 100 лет. Оно достигает в длину 7 м, в ширину 5 м и в высоту 3 м.


45

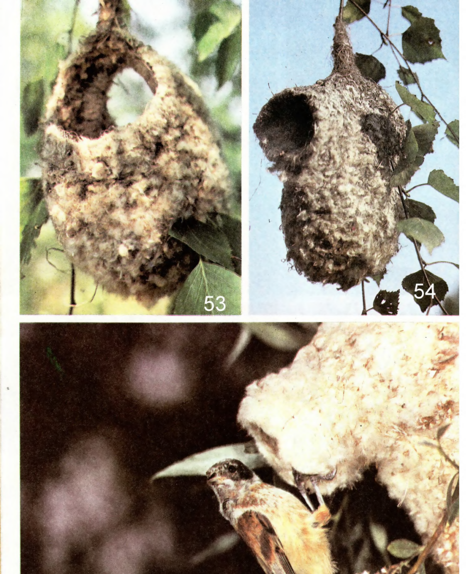



47



48


49
50
51
52


53
54
55


56
57



регистрации температуры и влажности в гнездах гусениц и снаружи.

Наблюдения проводились на западном побережье Канады. Первое, что бросилось в глаза, — противоречие между «жиденькой» постройкой гусениц и довольно суровым климатом канадской весны. Результаты контрольных измерений оказались поразительными: температура в паутинных гнездах коконопряда *Malacosoma pluviale* и американской белой бабочки *Hyphantria textor* была обычно на 8—13 градусов выше, чем снаружи. Нежное паутинное гнездо оказалось миниатюрной теплицей! Кроме того, шелковые стены защищают тонкокожих обитательниц от высыхания, дождевых капель, ветра, многих врагов и даже от инсектицидов. Но важнейшая функция — создание тепличного эффекта (аккумуляция солнечного тепла и медленная отдача его, пока солнце скрыто облаками). В результате внутри гнезда создается более теплый и, главное, более ровный микроклимат, имеющий решающее значение для благополучного развития «холоднокровных» гусениц в весенний период. Как у всех животных с непостоянной температурой тела, уровень их обмена веществ зависит от температуры окружающей среды. В гнезде при более высокой температуре быстрее, например, идет процесс пищеварения, то есть съеденное быстрее превращается в массу тела животного, — несомненное преимущество такого образа жизни. Этим преимуществом пользуются не только не выходящие из гнезда совсем юные гусеницы, но и подросшие. Последние выходят «попастись» наружу, но возвращаются в гнездо отдохнуть и переварить пищу. Когда летом становится жарко, паутинное гнездо защищает обитательниц от перегрева.

Забавно, что столь важное для роста и выживания гусениц паутинное гнездо — всего лишь побочный результат их ярко выраженной поведенческой терморегуляции. Только что вылупившиеся гусенички регулируют температуру своего тела тем, что, перегревшись, уходят в тень с освещенного места (отрицательный фототаксис) и вновь выползают на солнце, когда им становится холодно (положительный фототаксис). Пока гусеницы еще малы, они перемещаются лишь с верхней стороны листа на нижнюю, а став побольше, уже путешествуют вокруг маленькой ветки. Паутинки, которые они тянут за собой, образуют основу общественного гнезда. С расширением кормовой территории слой за слоем нарастает и гнездо. Опутав паутиной группу веточек, гусеницы начинают натягивать внутренние перегородки. К этому моменту в их поведении происходит явный перелом. Мы уже говорили, что юные гусеницы на перегревание реагируют отрицательным фототаксисом — стремятся уйти в тень. Но после третьей линьки, примерно на четвертой неделе после вылупления, они вдруг начинают реагировать на перегрев положительно: выбираются на самое светлое место, поднимают вверх передний конец тела и, направив голову точно на солнце, ждут, пока температура не снизится до приемлемого уровня. Внезапное изменение поведения совпадает с обычным сезонным повышением температуры.

В солнечные летние дни гусеницы пережидают полуденную жару в паутинном шатре. Они переползают с места на место, пока не соберутся в самом внутреннем отсеке гнезда, но и там может стать слишком жарко. Программа поведения молодых гусениц предписала бы и дальше поиски наиболее темного места, расположенного как раз в центре гнезда. Новая схема поведения помогает найти выход из сложившейся ситуации, опасной для жизни. Теперь гусеницы, стремясь при перегреве к самому светлому месту, выбираются из гнезда прямо на солнце. Вроде бы явное противоречие, на самом деле это только так кажется. Солнечные лучи с трудом проникают сквозь многослойную паутинную стенку, поэтому в центре гнезда температура повышается медленно, и именно здесь в жару собираются его обитатели. Но если уж солнце добралось туда, то надолго, а тогда дело плохо: оставаться в гнезде — смерти подобно. Стремясь к самой светлой точке, то есть наружу, гусеницы попадают в лучшие условия. Во-первых, солнце уже не так высоко, его излучение менее интенсивно, а опасность перегрева к тому же уменьшается благодаря уже описанной позе (наименьшая поверхность облучения и одновременно максимальная возможность воздушного охлаждения).

Изменение в реакции на свет позволяет гусеницам использовать свое гнездо не только как теплицу в холодную погоду, но и как противосолнечную защиту при слишком интенсивном облучении.

Интересно, что подобная смена реакций наблюдается и у других, неродственных этим бабочкам видов, также сооружающих общественные гнезда, но отсутствует у живущих одиночно близких родственников.

Исследователи обнаружили значительные различия в форме и величине гнезд разных групп, члены которых происходят из одной кладки, то есть являются братьями и сестрами. Причина этого в неодинаковом уровне активности групп. Уже вскоре после вылупления из яйцевых оболочек активность разных особей оказывается различной. Одни гусеницы могут уйти с места только по уже проложенной путеводной нити, другим это необязательно. Они как раз и прокладывают путь для «пассивных» сестер и братьев, уводя их от места вылупления к месту постройки первого гнезда. Процентное соотношение «пассивных» и «активных» гусениц, ведомых и ведущих, неодинаково в разных колониях. Оно определяет существенные различия в характере постройки и скорости развития ее обитателей.

Группа с 20% активных членов строит большие, просторные гнезда, так как, за исключением коротких фаз покоя, активные гусеницы безостановочно пере-

двигаются с места на место, а пассивные члены группы, идя по их следам, улучшают своими паутинными нитями качество крыши и стен гнезда. В ходе развития такая группировка сооружает последовательно несколько гнезд, каждое больше предыдущего. Эти группы легче переживают наиболее суровые периоды весенней непогоды.

Если в группе мало активных членов и велико число инертных гусениц, гнездо остается маленьким, не заменяется новым, что, естественно, способствует развитию инфекций из-за накапливающихся в гнезде экскрементов и трупов погибших гусениц. Фазы покоя между «трапезами» здесь очень долги, и общий уровень активности столь низок, что группа погибает порой даже при благоприятных условиях среды.

Таким образом, уровень активности всей группы определяет судьбу каждого ее члена. Активность отдельного индивидуума зависит от того, в каком месте яичника матери развивалось яйцо: яйца, отложенные первыми, содержат большой запас питательных веществ, поэтому развивающиеся из них гусеницы более жизнеспособны, активны. Из яиц с меньшим запасом питательных веществ получаются пассивные гусеницы. Яйца, отложенные под конец, часто содержат так мало резервных веществ, что эмбрионы оказываются слишком слабыми и не в состоянии выбраться из яйцевых оболочек. Там они и погибают.

Самки, получившиеся из активных гусениц, успевших накопить больше резервов, чем их «ленивые» сестры, откладывают больше полноценных яиц, прежде чем пойдут яйца с недостаточным запасом питательных веществ. А это приводит в свою очередь к большему числу активных гусениц в будущих группах, которые построят больше крупных гнезд и будут иметь больше шансов выжить.

Драгоценные коконы

Когда подходит к концу время развития гусеницы, у большинства видов бабочек она приступает к сооружению прочного шелковистого чехла для покоящейся стадии — куколки. Делают это и те гусеницы, что выросли в паутинных гнездах, и те, которые пока обходились без защитной паутины.

Самое известное и самое важное для человека паутинное сооружение — кокон тутового шелкопряда (*Bombyx mori*). Этих бабочек разводили еще в Древнем Китае несколько тысяч лет назад, они давно стали настоящими домашними животными. Обусловленные одомашниванием изменения в строении тела и поведении бабочек были столь велики, что потребовалось немало времени, чтобы обнаружить исходную форму.

Так как любая попытка вывезти бабочек, гусениц или яйца шелкопрядов каралась смертью, шелководство долгое время оставалось монополией Китая. Лишь в III веке до нашей эры оно распространилось через Корею в Японию. Роковым для китайской монополии оказался поступок одной принцессы, выданной замуж в Среднюю Азию и спрятавшей в своем головном уборе яйца шелкопряда. По-видимому, из Средней Азии яйца шелкопряда в 552 году попали в Византию: два монаха тайком вынесли их в выдолбленных посохах. Позднее шелководство распространилось по всей Европе, особенно в южных странах. Но и после того как в Европе научились получать собственный шелк, бóльшая часть шелковых тканей, как и прежде, поступала по древним караванным путям из Китая. Долгое время шелк ценился на вес золота и был доступен лишь избранным. Только в середине XX столетия появление искусственных шелков оттеснило на задний план, особенно в промышленных странах, натуральный шелк.

После четырехнедельного обжорства выросшая до 9 см гусеница шелкопряда свивает внутри рыхлого наружного чехлика плотный шелковистый кокон, в котором и окукливается. На изготовление одного кокона уходит до 4000 м шелковой нити. Размотать, впрочем, даже с самых крупных коконов удается не более 900—1000 м. Не позже чем через 10 дней после появления коконов куколок убивают горячим паром, чтобы они не испортили шелковые нити. Дело в том, что готовая к вылуплению бабочка выделяет щелочной секрет, который размягчает шелк. В этом месте бабочка ногами разрывает стенку кокона, проделывая себе выход на волю. При размотке такого кокона получаются лишь обрывки шелковых нитей. Каждая нить состоит собственно из двух отдельных волокон, склеенных шелковым клеем, разрушающимся при соответствующей обработке.

Кроме тутового шелкопряда есть и другие поставщики натурального шелка. Представители павлиноглазок (род *Antheraea*), например китайская дубовая павлиноглазка, производят шелк, который идет на изготовление чесучи, а из коконов восточноазиатского атласа (*Attacus attacus*) получают фагаровый шелк. Нас же интересует сейчас большой шелкопряд (*Platysamia cecropia*), на гусеницах которого Клоотом и Вильямсом проведены подробные исследования факторов, влияющих на строительство кокона.

Сооружение кокона для куколки — единственный вид прядильной деятельности, известный у гусениц этой бабочки. Кокон длиной 6—10 см состоит из трех слоев: наружного, губчатого и внутреннего. На его изготовление уходит около 2000 м шелковой нити. Навивая нить, гусеница чередует вытягивание и изгибание переднего конца тела, вращение и выписывание восьмерок. Размах движений можно регулировать, раздражая гусеницу прикосновением; это приводит к изменению натяжения нити.

Ряд экспериментов должен был помочь выяснить, влияет ли (и если влияет, то как) собственное состояние гусеницы на осуществление видоспецифичной последовательности действий. Логично предполо-

жить, что очередность строительных этапов определяется внешними раздражителями подобно тому, как это происходит у роющих ос, где каждый законченный этап действий служит ключевым раздражителем для запуска следующего. Гусениц, которые только начали свивать наружный слой кокона, пересаживали в кокон с уже законченной наружной оболочкой — они продолжали вить наружный кокон. Пересаживали гусениц, занятых свиванием внутреннего слоя кокона, в кокон с только что начатым наружным слоем — несмотря на отсутствие наружной оболочки, они продолжали работу над внутренним слоем. И в этих, и в последующих опытах гусеницы оказались не в состоянии правильно отреагировать на изменение ситуации. Ни один из трех этапов строительства, будучи законченным, не повторялся.

Таким образом, раздражители из окружающей среды теряют роль управляющих факторов. Последовательность действий в большей мере определялась внутренними (эндогенными) факторами. Точнее, тот или иной этап строительной деятельности обусловливался количеством выделенного гусеницей паутинного вещества, что можно измерить длиной уже намотанной нити. Так, например, гусеница, у которой смотана нить, соответствующая примерно 40% объема паутинных желез, начинает вить кокон сразу с внутреннего слоя, причем частота вращений ее тела меняется. С другой стороны, «выписывание восьмерок» продолжается в течение 5—6 дней и у гусениц с удаленными паутинными бородавками, то есть «впустую». За это время они «выматывают», как и нормальные гусеницы, нить необходимой для сооружения кокона длины.

Работа «вхолостую» известна и для других бабочек, и для пауков. Об этом уже шла речь, а о важной роли гормонов в управлении поведением (в случае с наматыванием кокона гусеницами это смена «ювенильного гормона» на «гормон созревания») мы поговорим позже. Сейчас попытаемся разобраться с другим интересным аспектом строительной деятельности — с экономией.

Экономия энергии и материала — один из основных принципов строительной деятельности. Конструкция круговой сети пауков-крестовиков ярко демонстрирует его. При сооружении коконов насекомыми этот принцип не столь очевиден, но именно поэтому выглядит особенно впечатляющим. Следующий пример, взятый из работ этологов Вольфганга Виклера и Уты Зайбт, поможет нам разобраться с этим вопросом.

Удивительные восьмерки

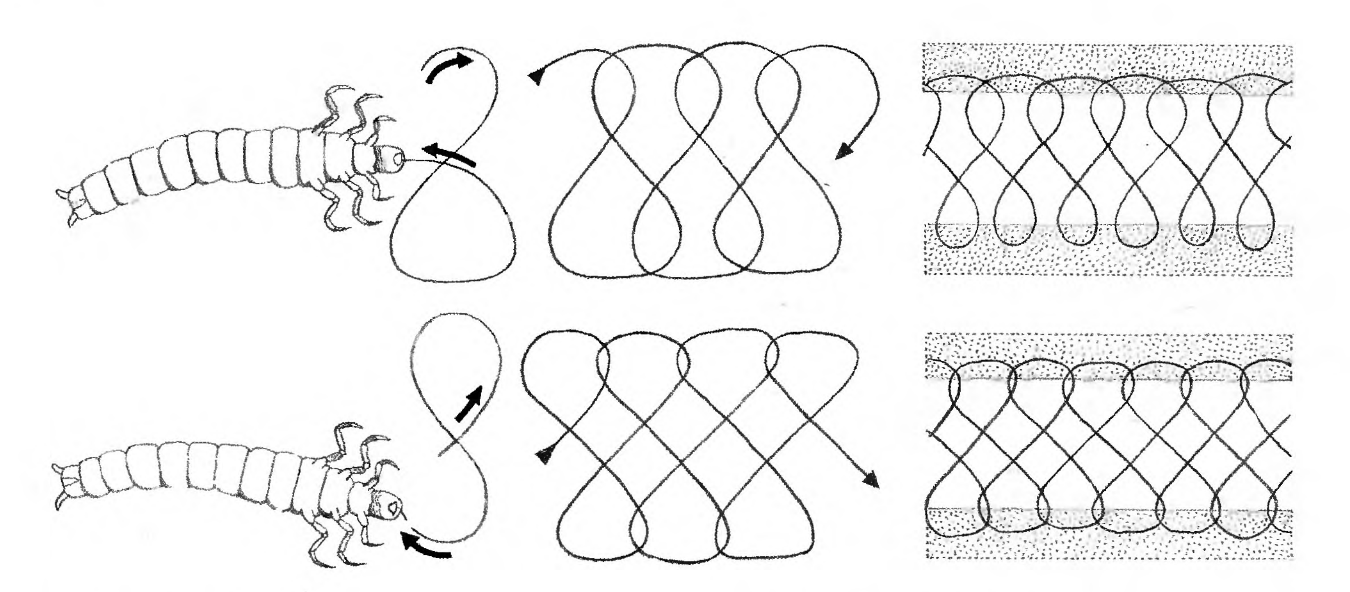
Чтобы свить характерный для соответствующего вида кокон, личинка должна совершать определенные движения паутинным грифельком; для этого она раскачивает передним концом тела, одновременно сдвигаясь вперед. В результате нить ложится восьмерками. Этот основной элемент прядильной деятельности выполняют гусеницы бабочек, личинки ручейников, муравьев, наездников, жуков и других насекомых.

Восьмерку можно написать двумя способами: начав вести карандаш либо против часовой стрелки, как бы выписывая латинскую букву S, либо, наоборот, по часовой стрелке, как при написании вопросительного знака (?). Как показали наблюдения, личинки названных насекомых используют только один из возможных вариантов, кстати, тот, который при скорописи предпочитаем и мы, — укладывают шелковые нити первым способом.

По уже написанной восьмерке нельзя понять, каким способом ее писали. Иначе обстоит дело с фигурами, которые получаются, если бумагу под карандашом, выводящим восьмерки, сдвигать вбок: возникает два совершенно различных типа фигур. Этот же результат получается и при сдвигании бумаги в противоположную сторону, а густота образующейся на рисунке сети из перекрывающихся петель зависит от скорости, с которой тянут бумагу или пишут восьмерки.

То же, по существу, происходит с плетущими кокон личинками. Движению бумаги соответствует продвижение личинки вперед, а восьмерки ложатся поперек благодаря раскачиванию из стороны в сторону передней части тела животного. Для ползущей вперед личинки, как и в наших опытах с подвижной бумагой, имеются две возможности. Если она двигает головой, как бы «выписывая» вопросительный знак, начав с наружной стороны лежащей восьмерки, то на первых порах движение головы совпадает с направлением движения самой личинки. Однако наиболее длинный центральный отрезок восьмерки образуется в результате противоположных по направлению движений самой личинки и ее головы. Соответственно больше материала расходуется на выкладывание наружного края и меньше на заполнение промежутков, чем при варианте, когда направления движений головы и тела личинки при создании длинного внутреннего участка восьмерки совпадают. В этом случае больше паутинного шелка идет на обвивание и меньше на закрепление.

Движение восьмеркой давно известно науке, но лишь Р. Штренг из Регенбургского университета обратил внимание на асимметрию результирующих двух вариантов движения. Он попытался продвинуться в решении этой загадки, предложив компьютеру «заплести» решеткой щель. Соответственно запрограммированные два «компьютерных насекомых» при совершенно одинаковых прочих условиях рисовали в противоположных направлениях восьмерки, которые, по-разному перекрещиваясь, «штопали» дыру, образуя плетение различной густоты. При этом было задано, что нить выделяется постоянно и идет по прямой между точками прикрепления, находящими-



Удивительные восьмерки.
Слева: плетущая кокон личинка насекомого может использовать два способа укладки шелковых нитей восьмерками. Вверху она ведет нить по наружному краю восьмерки в направлении собственного движения, внизу — в противоположном.
В центре: два созданных компьютером рисунка показывают результат разных способов написания восьмерок — нижний при той же длине нити гуще верхнего.
Справа: нижняя щель заплетена равномернее и гуще, чем верхняя (края щелей показаны пунктиром).

ся не только по краям, но и в местах пересечения нитей, из-за чего восьмерки получались не совсем правильные.

Во всех вариантах эксперимента результат был один: расход нити за равные промежутки времени был одинаков при обоих способах написания восьмерки, но выгоднее оказалось «S-направление». При нем большее число нитей перекрывало «дыру» под острым углом, соответственно образуя больше ячеек. Разброс в размере ячей был меньше, и полученная таким способом ткань должна быть ровнее, гуще, прочнее, а значит, и лучше защищать личинку или куколку от непогоды, инородных тел, хищников и паразитов.

Если количество нитей ограниченно и должно быть использовано наилучшим образом — а именно с этого начиналась в процессе эволюции прядильная деятельность, — то уже незначительная, казалось бы, выгода одного способа плетения по сравнению с другими приводила к селективному преимуществу. Вот почему столь различные насекомые, как бабочки, муравьи или жуки, используют один и тот же метод изготовления паутины.

Снова о скрученных листьях и воздушных конструкциях

Паутинными гнездами гусениц и их коконами далеко не исчерпывается разнообразие жилищ, построенных с применением выделений собственного тела. Упомянем еще три примера, когда строительный материал (листья и пена), уже обсуждавшийся нами в связи с проблемой выращивания потомства, обрабатывается несколько иначе.

Личинки многих насекомых, а иногда и взрослые особи, как, например, у африканских горбаток, свертывают с помощью паутинных нитей из листьев трубочки или пакетики. Особенно хорошо удается это гусеницам обычной в средних широтах сиреневой моли (*Gracilaria syringella*). Наблюдения за ними можно провести, набравшись немного терпения, и в домашних условиях.

Почти каждым летом на кустах сирени попадаются скрученные подвядшие листья в бурых пятнах. Вокруг этих кустов в вечерние часы летает множество маленьких молей с размахом крыльев около 11 мм. Вскоре после спаривания самки откладывают яйца в листовые почки или на нижнюю сторону листьев. Через две недели из отложенных кучками яиц вылупляются гусеницы и тотчас вбуравливаются в листья. Их деятельность приводит к образованию вздутых мин, покрывающих иногда значительную часть листа. В результате лист скручивается и подсыхает. Позднее гусеницы покидают переполненные экскрементами мины и продолжают кормиться на нижней стороне листа. Живущие группами гусеницы обвивают кончик листа или его край влажными шелковыми нитями, которые при высыхании укорачиваются, что приводит к дальнейшему скручиванию листа. Внутри свернутого таким образом пакетика создается благоприятный для гусениц микроклимат. Когда есть становится нечего да и »дом» переполня-

ется нечистотами, гусеницы выбираются из него и принимаются за свежий лист сирени. Именно в это время лучше всего понаблюдать за их строительными приемами. Впрочем, можно и не ждать, пока гусеницы сами покинут пакетик из листа, а немного помочь им, пересадив обитателей одного из жилищ на свежий лист. Поразительно, с какой скоростью маленькие гусеницы при помощи сокращающихся нитей заставляют его свернуться. Тем более что каждая гусеничка работает сама по себе. «Настоящих» общественных работ, как у социальных насекомых, здесь не увидишь.

Второе строительное вещество, о видоизмененной технологии изготовления которого пойдет речь, — пена. Наверное, каждому приходилось сталкиваться с необычными защитными постройками пенниц, когда, собирая цветы, неожиданно обнаруживаешь на руках какую-то слизь, а присев отдохнуть на летнем лугу, вдруг чувствуешь, что сел в мокрое. Сердечник луговой, например, по-немецки так и называется луговой пенистой травой, а саму пену в народе называют «кукушкиными слюнками». Сдвинув пену в сторону, мы обнаружим под ней ее создательниц — одну или нескольких личинок пенниц (Cercopidae). Личинки сидят на стебле вниз головой, их хоботок глубоко погружен в ткани растения-хозяина, за счет соков которого они живут. Водой пенницы снабжены в изобилии. Избыток ее выделяется через задний проход и стекает по личинке, собираясь каплями, состоящими из растительного сока и выделений личинки. Такие квазиподводные условия требуют особых приспособлений для дыхания. На брюшной стороне личинки находится канал, открывающийся только на заднем конце. Чтобы получить доступ к воздуху, личинке требуется чуть-чуть высунуть кончик брюшка из слизистой пены. Пена эта образуется за счет пузырьков использованного воздуха, выходящего из трахей (тонких воздушных капилляров, пронизывающих тело насекомого). В обычной воде воздушные пузырьки быстро лопаются. Стабилизация пены достигается благодаря особым веществам, образующимся, когда экскременты личинки, содержащие расщепляющий воск фермент, стекают по седьмому и восьмому сегментам брюшка, где расположены восковые железы. Связываясь с основными составными элементами экскрементов, они вместе с определенными белковыми веществами обусловливают возникновение и сохранение пенистой оболочки, целиком покрывающей тело животного. Мало аппетитная слизь служит защитой от ряда врагов, ну и, конечно, спасает нежных личинок от высыхания.

Другого типа защитные конструкции из пены создают личинки слизистого пилильщика *Lygaeonematus compressicornis*. Место кормления на осиновом листе они окружают «забором» из пены, а иногда перекрывают подход к убежищу пенистой загородкой у черешка листа. Пена клейкая и содержит салициловую кислоту. Она может отпугнуть врагов небольших размеров, например муравьев.

Конструкции без использования материалов собственного тела

Куча камней — тоже дом

Первый и простейший пример укрытия, сооруженного без применения материалов собственного тела, — убежище обыкновенного осьминога, или спрута (*Octopus vulgaris*). Осьминоги, которые живут в Средиземном море, куда меньше своих знаменитых глубоководных родственников. Днем они прячутся в расселинах скал, в подводных пещерах или в самостоятельно построенном «замке». Строительство укрытий и заделывание слишком больших отверстий пещер и расселин характерно для некоторых видов. При отсутствии естественных укрытий осьминоги собирают камни на дне, стаскивают их в одно место и затем строят защитный кольцевой вал. Владелец такой каменной кучи помещается в центре. В качестве строительного материала используются также раковины моллюсков, панцири крабов и отбросы цивилизации вроде консервных банок или черепков битой посуды. Осьминоги способны транспортировать на удивление большой груз. Малыш длиной всего 10 см тащил, например, однажды восемь камешков общей массой более 220 г, а в другой раз — 350 г! Следует, правда, учитывать подъемную силу воды. Крупные осьминоги переносят камни весом несколько килограммов, двигаясь вперед головой и ухватив камни щупальцами.

Упомянем другой дом — каменную кучу, хотя он и сооружается с использованием веществ собственного тела. Двустворчатый моллюск зияющая лима (*Lima hians*) строит убежище из камешков, раковин и обломков кораллов, скрепляя их затвердевающим секретом биссусовых желез, расположенных по краю ноги. Получается полая «коробочка» размером около 12 см, в которой прячется от врагов маленький (всего в 2 см длиной) моллюск с тонкой раковиной.

Строительство гнезд грызунами

Очень простые постройки мы находим также и у некоторых грызунов, например у обыкновенной домовой мыши (*Mus musculus domesticus*). Кольцевой вал вокруг себя они сооружают всего несколькими движениями: вращаясь среди натасканного в кучку строительного материала, мышь периодически отталкивает его передними конечностями (движения обой-



Осьминог строит «дом» из камней.

щика). Эту типичную форму гнезда сооружали и животные, содержавшиеся изолированно. Домовые мыши, обитающие в естественных условиях, строят шаровидные гнезда. Как у многих других млекопитающих, строительство гнезда обычно сочетается у них с роющей деятельностью. Летние гнезда мыши-малютки (*Micromys minutus*), напротив, всегда расположены над землей. Эти мелкие зверьки с длиной тела всего 6—7 см широко распространены

Мышь-малютка у гнезда.



по Евразии. Питаются они семенами растений и насекомыми. С помощью цепкого хвоста мышь-малютка ловко лазает в траве, часто поселяется на хлебных полях. Здесь, на высоте от 0,5 до 1 м над землей, она сооружает свои плетеные гнезда. Сначала зверек подгрызает длинные стебли, а затем сгибает, залезая по ним наверх. Подтаскивая к месту строительства имеющийся «под рукой» строительный материал, зверек острыми резцами разделяет листья и стебли на узкие полоски и сплетает их. Размочаленные листья не отрываются от стебля и потому сохраняют свежесть и зеленый цвет, что делает гнездо незаметным на окружающем фоне. Стягивая при изготовлении основы гнезда противостоящие листья, мышь-малютка придает ему расширяющуюся кверху куполообразную форму. Когда все ближайшие листья уже использованы в постройке, ей приходится подрезать, размочаливать и вплетать в стенки листья, расположенные на некотором удалении, пока не получится достаточно прочный травяной шар. Через боковой вход зверек втаскивает в гнездо мягкие сухие травинки, используя их на подстилку. Внутреннюю отделку можно спокойно делать из желтых стебельков, так как снаружи их не видно. В зависимости от функции гнезда его строительство занимает от 5 до 48 часов — детские для малышей теплее и сооружаются более тщательно, чем жилье одиночных взрослых зверьков.

Как и другие мыши, малютки зимой не спят. Они живут в холодное время года в зимних гнездах под землей, заранее делая запасы корма, или в амбарах и кладовых, где для них всегда «накрыт стол».

Не спят зимой и белки, живущие, может быть, в менее искусно, но самостоятельно построенных шаровидных гнездах. В дни потеплее они выбираются из гайна (так называют их гнездо) и отправляются на поиски сделанных летом запасов. Расположенный сбоку вход в гнездо они заботливо затыкают мхом или травой, чтобы меньше мерзнуть во время холодов. Полуметровая постройка размещается в

развилке ветвей у ствола дерева, фундаментом ей часто служит гнездо сойки или вороны. Для наружной стенки гнезда используются обломанные или подгрызенные ветви дерева, на котором затеяна постройка. На готовой или построенной белкой платформе надстраиваются стены и крыша из плотно уложенных ветвей. Зубами и передними лапками белка закрепляет упрямо вылезающие ветки, пока не получится шаровидное гнездо. Материал для внутренней отделки (мох, сухую траву и лишайники) приходится иногда таскать издалека, для чего белка быстрыми синхронными движениями передних лапок свертывает плотный маленький пучок, который удобно взять в рот и транспортировать. Строительство гайна длится от двух до пяти дней. Впрочем, если белка найдет подходящее просторное дупло, то время на устройство жилья сокращается, так как громоздкий наружный слой оказывается излишним. Кроме главного гнезда, служащего жильем, а у самки — и местом выведения потомства, белки строят в отдаленных участках своей территории для отдыха и на случай бегства гнезда поменьше (и не так тщательно). Сразу после спаривания самка выгоняет самца из своего гнезда.

Бобры преобразуют ландшафт

Бобр (*Castor fiber*) — один из самых крупных грызунов. Масса его тела может достигать 30 кг. До того, как человек почти полностью истребил бобров, они в большом числе жили по берегам рек лесных областей Евразии и Северной Америки (здесь встречается близкий вид — канадский бобр, *C. canadensis*).

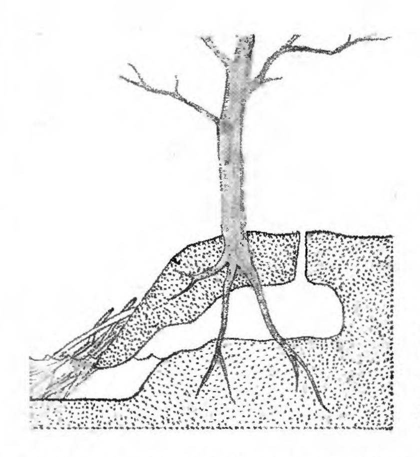
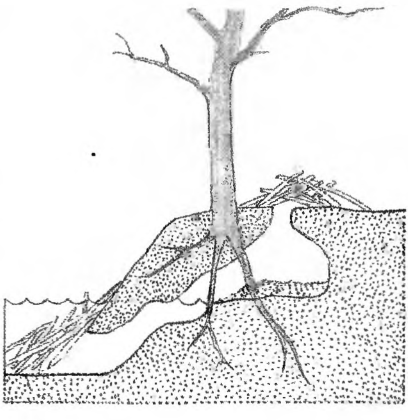
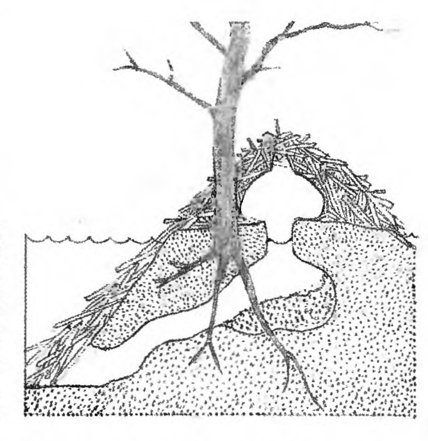
Поздно, может быть даже слишком поздно, спохватились, что эти искусные строители являются важным фактором экологического равновесия. Так, перегораживая стремительные горные ручьи, бобры способны предотвращать разрушительные наводнения. Они регулируют уровень воды быстрее и эффективнее, чем это способны сделать инженеры, к тому же работают даром. В настоящее время благодаря усиленной охране в некоторых районах удалось восстановить численность бобров.

Многое в жизни бобров на первый взгляд кажется противоречивым: живут эти зверьки за счет листьев и коры деревьев, находящихся для них на недоступной высоте, поскольку бобры не умеют лазать; будучи водными животными, они неуклюжи на суше, а корм добывают исключительно на берегу; им требуется глубокая вода для плавания, а селятся они у слишком мелких водоемов. Эти видимые противоречия бобры разрешают благодаря своему удивительному, скажем уникальному среди животных, поведению. Чтобы добраться до листвы и коры, они валят острыми, как долото, зубами лиственные деревья; прокладывают по суше дороги-волоки и каналы для транспортировки веток (строительного материала и корма одновременно); регулируют в своем водоеме уровень воды, поддерживая его на необходимой высоте с помощью беспримерной «инженерной техники».

Строительная деятельность бобров чрезвычайно разнообразна. Свои норы они начинают копать в большинстве случаев наклонно вверх в береговых откосах, причем роют передними лапами, подхватывая рыхлый грунт задними с широкими плавательными перепонками и откидывая его назад, после чего поворачиваются и выталкивают землю из норы передними лапами. Вход в сухую жилую камеру всегда ведет из-под воды. Чуть выше уровня воды туннель расширяется в просторную камеру, где бобры съедают притащенные ночью ветки. Все отбросы на следующее утро убираются. Над входом в нору бобры настилают крышу из веток и земли, защищающую от проникновения холода и препятствующую замерзанию воды во входном туннеле.

Если уровень воды повышается, животные обскребают или обгрызают потолок жилой камеры, за счет чего повышается ее дно. Когда крыша становится слишком тонкой, бобры наваливают сверху ветки, палки и землю. В случае дальнейшего повышения уровня воды они переносят жилую камеру внутрь «бобровой хатки», построенной на крыше норы. Такие хатки сооружаются посреди медленно текущих водоемов, если берега слишком низки для постройки норы. Для этого ночами строители усердно таскают длинные (до 4 м) ветки, наращивая кучу, возвышающуюся над водой до 3 м, после чего сооружают внутри гнездовую камеру (изготовление искусственной полости в искусственно созданном субстрате!). Дыры они заделывают илом, камнями и тонкими веточками, спрессовывая материал «ладонями» или подбородком. Прирученные бобры также тотчас заделывают любое отверстие-глазок в свое жилье, спокойно позволяя наблюдать за собой через стеклянную стенку аквариума. Таким образом, в программе их поведения предусмотрена реакция на приток воздуха, а не на свет, который в их жизни в норе не играет никакой роли. Часть куполообразной крыши хатки остается рыхлой, не забитой илом. Через это место в сильные морозы выходит пар — признак того, что именно здесь осуществляется проветривание гнезда.

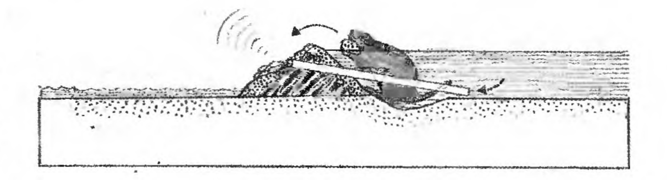
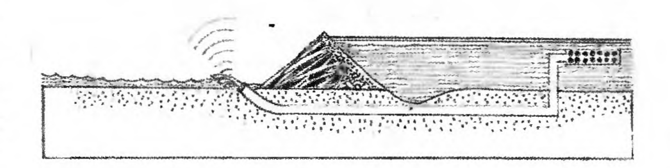
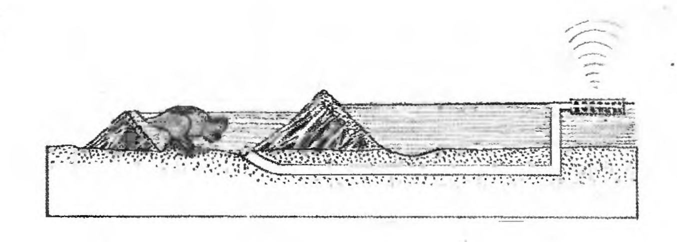
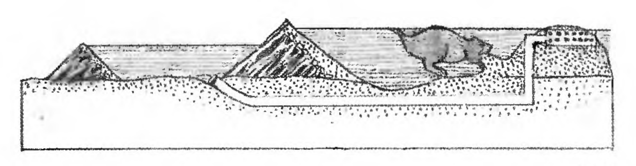
Бобры зимой не спят. Они делают запас веток, которые складывают у норы или у хатки, а в быстрых речках тщательно втыкают в дно водоема и сплетают в плотную массу. Они предпочитают валить деревья толщиной около 12 см, то есть используют неходовую в хозяйстве человека древесину. Способность валить деревья у бобров врожденная. Выращенные человеком звери способны уже через несколько месяцев успешно заниматься этим нелегким делом. Бобр охватывает ствол лапами, наклоняет голову и щепку за щепкой выгрызает дерево в форме песоч-

Переход от подземной норы к хатке у бобра (схематично).
Если уровень воды повышается, бобры царапают и грызут потолок жилой камеры, в результате ее пол приподнимается. Когда крыша становится слишком тонкой, они наваливают сверху кучу веток и земли. При дальнейшем повышении уровня воды бобры переносят жилую камеру внутрь «хатки». Заслон из веток над входом в нору должен препятствовать замерзанию в ней воды.

ных часов. Время от времени он подтачивает зубы нижней челюсти о зубы верхней. Услышав слабое потрескивание как первый сигнал начинающегося падения дерева, бобр стремительно бросается к треску, то есть в противоположном от места падения дерева направлении. Очень редко бобра придавит деревом. Голые деревья ручные бобры валили лишь в том случае, если их декорировали свежими зелеными ветками. Мелкие деревца и ветви бобры разделывают на удобные куски, которые затем транспортируют по специальным волокам, а в случае низких берегов водоема — по вырытым для этого каналам. Уже на открытой воде их используют как пищу или как строительный материал.

Строительством хаток занимаются не только бобры. Похожие, правда поменьше, хворостяные жилища строят ондатры. Но строить плотины и регулировать с их помощью уровень воды, необходимый для собственной защиты и транспортировки пищи, умеют только бобры. И нельзя забывать, что они работают не там, где живут и где уровень воды может быть слишком низок, а значительно ниже по течению, меняя в конечном итоге характер водоема и ландшафта в соответствии со своими потребностями.

Эксперименты французского зоолога П. Б. Ришара с раздражителями, стимулирующими строительство бобрами плотины (сверху вниз).
Через сливную трубу вода льется на плотину. Бобры залепляют илом источник звука.
Из сливной трубы за плотиной выливается вода — ниже по течению бобры строят вторую плотину. Уровень воды между ними поднимается, и журчание прекращается.
Но заборное отверстие сливной трубы оказалось на поверхности, и теперь журчание воды доносится оттуда.
Бобры таскают ил к источнику звука, пока не забьют им входной фильтр, избавляясь таким способом от раздражающего звука.

При строительстве плотины бобры искусно используют естественные выступы берегов как контрфорсы подпорной стенки, включая в свое сооружение упавшие деревья и выходы скальных пород. Обычно бобры втыкают в дно водного потока большие палки и между ними ветки, которые прилаживают в нужном месте передними лапами и зубами и закрепляют в грунте энергичными движениями головы. Часто плотину дополнительно подпирают поперечинами и рогульками. Большие ветки доставляют по одной, мелкие тащат, собрав в пучки и зажав зубами. Землю и мелкие веточки бобр кладет кучкой, подсовывает под нее передние лапы, поднимает и несет, переваливаясь на задних ногах, словно неуклюжий человечек. В воде он транспортирует ветки вплавь, прижав их подбородком к груди.

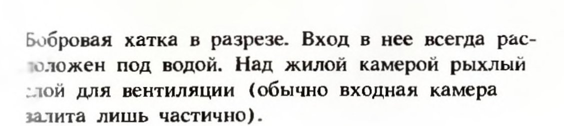
Промежутки в плотине этот необыкновенный строитель заполняет ветками и илом до тех пор, пока стенка не перестанет пропускать воду. Подпорная сторона плотины обрывается под водой круто и ровно, обычно перед ней на дне бывает яма, потому что бобры берут здесь ил для укрепления подпорной стенки или же просто взрыхляют грунт задними лапами во время работы, а течение уносит его сквозь щели недостроенной плотины.

Плотины редко бывают выше 1,5 м, у берега они всегда ниже, так как здесь находится сток для воды из запруды. Бобровые плотины достигают нескольких сотен метров в длину. Самые крупные из описанных в Северной Америке достигали 700 м и были достаточно прочны, чтобы выдержать лошадь и всадника. Такие гигантские сооружения — результат деятельности многих поколений бобров. Их постоянно нужно приспосабливать к меняющемуся уровню воды.

Плотина из веток, камней и ила; как правило, это результат труда нескольких поколений бобров. Перед плотиной — борозда, из нее бобры брали ил для уплотнения стен плотины.
Бобры на берегу заняты валкой деревьев и переноской веток. Мелкие куски они тащат пучками, крупные ветки — по одной. По воде тащить ветки легче (главное, что вынуждает бобров устраивать запруды).
Ветки, воткнутые в дно водоема, — запас корма на зиму.

Одному животному постройка и уход за плотиной не под силу. Для этого требуется совместная работа всей семьи и всех семей колонии. Возникает вопрос: как осуществляется эта совместная работа и чем вообще регулируется и координируется строительная деятельность бобров? Существенный вклад в решение этой проблемы внесли наблюдения и эксперименты шведского этолога Вилсона.

Чтобы иметь возможность изучать строительную деятельность, он длительное время содержал ручных бобров на огороженной территории. Оказалось, что рациональное строительство плотины в значительной мере основывается на врожденных элементах поведения. Выращенные человеком бобрята, которые никогда не видели бобровых сооружений, в возрасте нескольких месяцев построили совершенно нормальную хатку, причем в их работе не было огрехов или ошибочных попыток. Они же соорудили прекрасную плотину на ручейке. Раздражителем, побуждающим животных к строительству плотины, оказался шум текущей воды. Весь ход строительства в значительной мере определяется этими журчащими звуками, которые позже доносились из поврежденных или недостаточно плотно заделанных мест и служили сигналом к закрытию промоин. Точно так же реагировали бобры на магнитофонную запись. Они тут же



Бобровая хатка в разрезе. Вход в нее всегда расположен под водой. Над жилой камерой рыхлый слой для вентиляции (обычно входная камера залита лишь частично).

пытались «починить» место, откуда шел звук, то есть ликвидировать источник журчания, даже если оно доносилось не с их плотины.

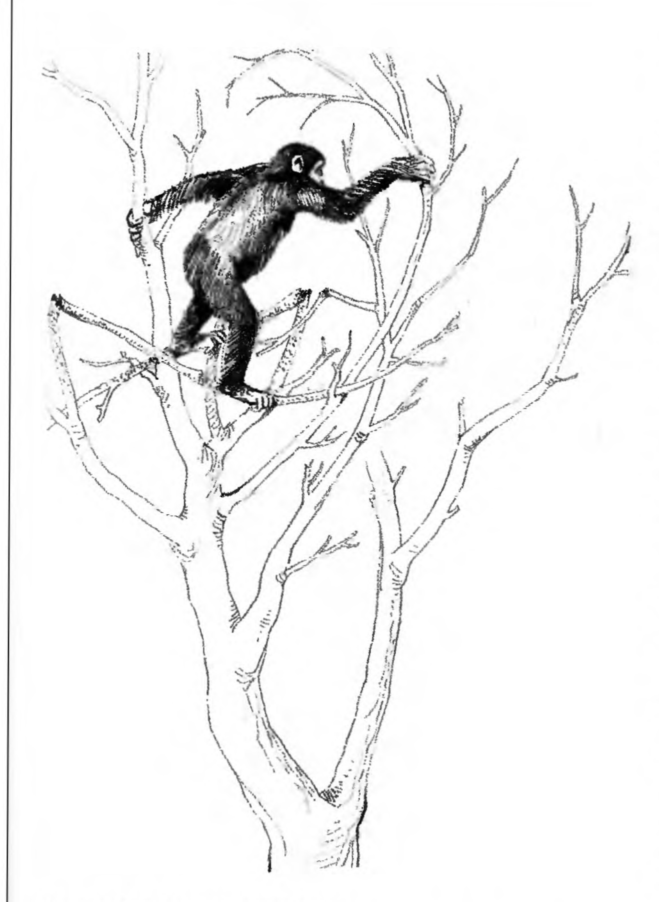
Для строительства и починки плотины необходимы усилия многих животных. Но одна группа бобров редко состоит больше чем из 10—14 работоспособных членов. Группы бóльших размеров не оптимальны, потому что бобры чаще работают поодиночке и практически никогда не выходят все вместе. Кроме того, размер группы часто ограничивается запасами корма.

Конструкции наших ближайших родственников

Из всех ныне живущих животных нашими ближайшими родственниками являются шимпанзе. Этот факт подтверждается многими анатомическими, физиологическими и серологическими данными. Немало сходства и в поведении, в чем может легко убедиться любой посетитель зоологического сада. В последние десятилетия проведены тщательные наблюдения в природе за жизнью и поведением шимпанзе и других человекообразных обезьян такими этологами, как Джейн Гудолл и Георг Шаллер. Живущие на свободе животные во многих отношениях проявили себя еще более человекоподобными, чем в клетках. Впрочем, больших архитектурных способностей они не показали. Их строительная деятельность ограничивается сооружением простого спального гнезда. С наступлением сумерек шимпанзе строят себе из веток гнездо для ночного сна — как правило, каждый раз новое. В густом сплетении ветвей тропического леса животное отыскивает вертикальную развилку или несколько параллельных ветвей. К этой основе оно пригибает соседние ветки, надламывает их и крепко придерживает ногами. Ветки помельче, густо покрытые листвой, служат для выстилки ложа, и все это приминается телом шимпанзе. Уже через 3—5 минут со строительством покончено. Часто, правда, ложе кажется животному недостаточно удобным. Тогда, нарвав еще зеленых веток, шимпанзе подсовывает их себе под голову или под другие части тела, пока наконец не успокоится. Несмотря на столь быстрое строительство, все ветки гнезда крепко сплетены. Вместе с матерью ночуют лишь самые маленькие детеныши, не старше четырех лет. Остальные должны устроиться на ночь самостоятельно. В период дождей, когда на земле очень сыро, шимпанзе иногда строят гнезда и днем, чтобы поспать после «обеда» хотя бы с минимальными удобствами. В местностях, где шимпанзе мало перемещаются, нередко одно и то же дерево со старым спальным гнездом используется повторно.



Каждый вечер шимпанзе строит себе на ночь новое гнездо.



Так строит гнездо шимпанзе.
Крепко держась за центральную ветвь, пригибает ветки, удерживая их в нужном положении ногами. Из переплетенных веток получается прочная платформа. Похожие спальные гнезда сооружают гориллы и орангутаны.

Предрасположенность к строительству гнезд у человекообразных обезьян врожденная. Малыши играя возятся с конструированием гнезда, хотя они еще живут с матерью и гнездо им не требуется. На этой стадии они учатся «обрабатывать» строительный материал характерным для данного вида способом. У пойманного взрослым орангутана наблюдали «холостые» движения строительства гнезда (строительство без материала, впустую), что подтвердило предположение о наследственно закрепленном порядке строительных действий.

Многих, наверное, удивляет столь низкий уровень строительной деятельности наших ближайших сородичей, когда так много «низших» животных сооружают разнообразные и весьма искусные постройки. Но мы не должны забывать, что простые, наскоро сооружаемые спальные гнезда полностью выполняют свою функцию. Они препятствуют контакту с наземными врагами, изолируют от влажного субстрата, защищают от болезней, вызванных переохлаждением, и неплохо сохраняют тепло. Для развития более сложной, требующей больших затрат времени и энергии строительной деятельности у живущих в девственном тропическом лесу шимпанзе, орангутана и гориллы просто не было предпосылок. Впрочем, только врожденной программой гнездостроительства не исчерпываются конструкторские способности человекообразных обезьян. В естественных условиях эти дремлющие (латентные) способности не находят себе применения и проявляются только при содержании обезьян в неволе.

Новаторские исследования в этой области были проведены Вольфгангом Кёлером в первые десятилетия нашего века. Прирученные шимпанзе Кёлера использовали палки, чтобы доставать бананы, положенные снаружи их клеток. Они сделали «открытие», что можно соединить две слишком короткие палки и таким образом достичь желанной цели. Подвешенные высоко под потолком бананы они научились доставать, составляя пирамиду из ящиков и влезая по ней наверх. Молодые шимпанзе ухитрились построить башню из четырех ящиков, правда шаткую, так как шимпанзе, очевидно, не в состоянии полностью уравновесить свое сооружение, но достаточно устойчивую для того, чтобы влезть по ней и взять лакомство. Каждое действие, будь то поиски подходящего материала, попытки дотянуться до банана или сооружение башни, осуществлялось не просто методом проб и ошибок, а вполне осознанно, целеустремленно. Часто животные сидели неподвижно, пока им не приходило в голову решение задачи. Не все шимпанзе, впрочем, были в состоянии справиться с предложенной ситуацией. Зрелище успешного ее решения, правда, побуждало их к действию, но ни одной из обезьян-наблюдательниц не удалось с первого раза использовать новый принцип. Каждой приходилось снова и снова пробовать отдельные действия, приводившие к успеху.

Башня из ящиков — не важно, что она шаткая, — стоит тем не менее на неизмеримо более высокой ступени, чем самые искусные сети пауков, гнезда ткачиков или постройки термитов, сооруженные на основе врожденных программ поведения. Именно потому, что ее создание — результат предваряющего действие анализа неожиданной ситуации.

Гнезда общественных насекомых
Строительство на службе социального образа жизни

Нет животных, которые жили бы в абсолютной изоляции. Всегда бывают какие-то взаимоотношения с себе подобными — при добыче пищи, при размножении или других видах деятельности. Так, саранча сбивается в огромные стаи, летящие в одном направлении, комары-толкунчики собираются в рои, часто столь огромные, что их трудно охватить взглядом, самки роющих ос снабжают свое потомство пищей. Вообще любое взаимодействие животных, принадлежащих к одному виду, можно рассматривать как социальное поведение в самом широком смысле этого термина. Но для настоящих общественных насекомых, образующих своеобразные «государства», характерно нечто большее: их семейное сообщество сохраняется и после выкармливания молоди (пусть даже индивидуумы, составляющие такое сообщество, меняются); заботу о потомстве берут на себя «няньки» (обычно старшие сестры или братья); наконец, существуют «общественные работы», связанные с разделением функций. Внешне это разделение выражается в образовании различных морфологических форм, или каст. Кроме обычных самцов и самок появляется еще ряд форм: «рабочие», «солдаты» и т. д.

Постройки общественных насекомых можно считать одними из самых внушительных во всем животном царстве. Если бы строители термитников были размером с человека, их гнезда были бы настоящими горами высотой примерно 2000 м! В твердых как камень постройках термитов имеются сложные вентиляционные системы, комплексы подземных муравьиных гнезд простираются на 100 и более метров, пчелиные соты из воска и осиные гнезда из картона или тончайшей бумаги поражают своим совершенством. Каждое такое сообщество может существовать и может быть понято только в тесной взаимосвязи с их гнездами точно так же, как в свою очередь такие гнезда были бы немыслимы без сложной социальной структуры. Жилища и их строители образуют некое единство, можно сказать, организм высшего порядка (обратите внимание на то, что пчеловод часто говорит о пчелиной семье как о едином организме). Учитывая, что сооружения общественных насекомых представляют собой высшую ступень строительной деятельности животных, имеет смысл рассмотреть их в отдельной главе.

Зачатки социального образа жизни можно видеть, например, у некоторых гусениц, у североамериканских тараканов, различных роющих ос, у пауков. Но полностью к такому образу жизни перешли лишь муравьи, термиты, некоторые пчелы и в меньшей степени складчатокрылые осы.

Внутри двух последних групп общественные виды составляют лишь небольшое меньшинство; например, среди 20 000 видов пчел только один род *Apis* с четырьмя видами выработал социальный образ жизни в смысле данного выше определения. Переходные формы, отвечающие не всем перечисленным критериям, встречаются чаще. Напротив, в надсемействе муравьев, включающем множество родов и свыше 6000 видов, переходные формы не сохранились. Все муравьи ведут социальный образ жизни, их сообщества существовали уже за 50 миллионов лет до того, как появились первые группировки человека. Социальный образ жизни у термитов начал развиваться еще раньше. Термиты по своему происхождению далеки от пчел и муравьев, они составляют отдельный отряд, включающий много семейств, родов и около 2000 видов.

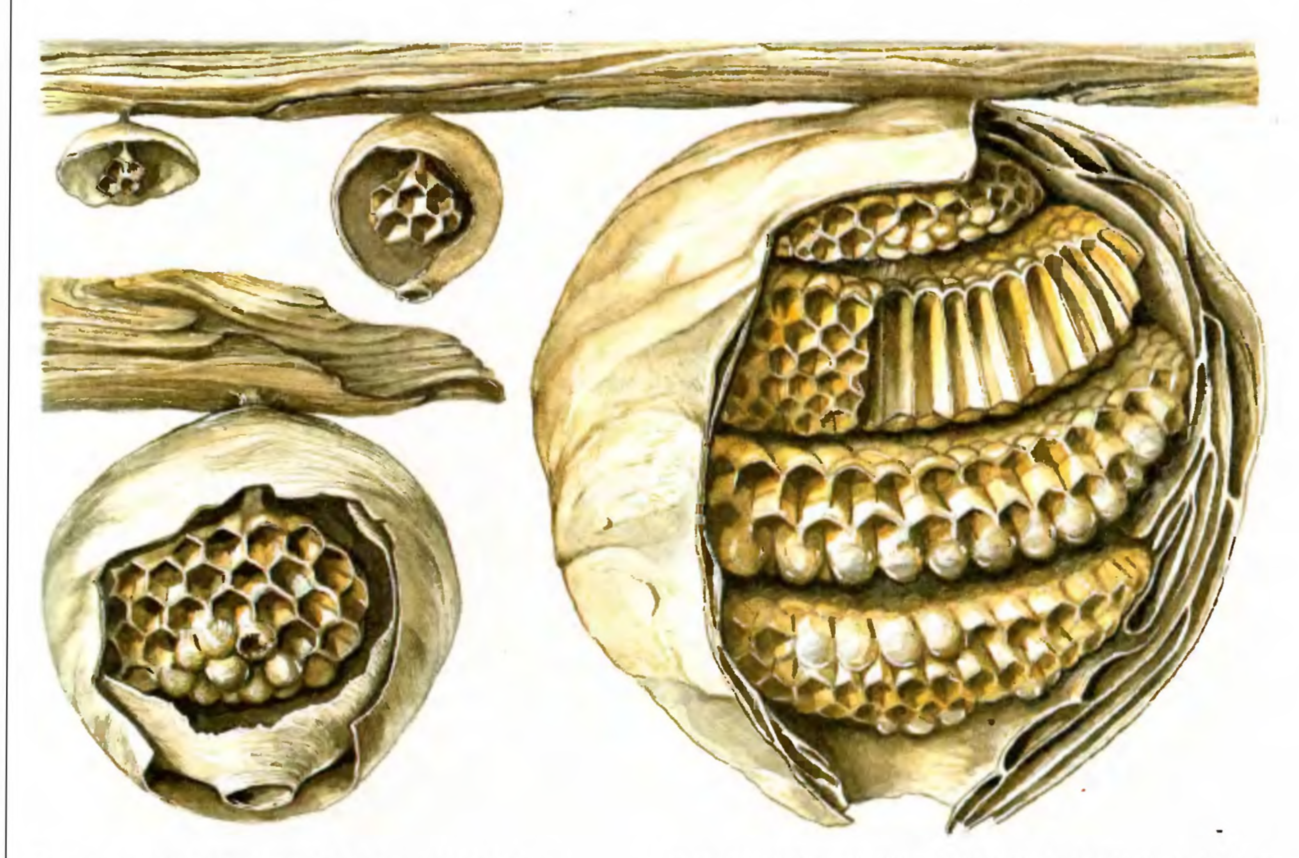
Бумажные осиные гнезда

Многим читателям, вероятно, знакомы серые бумажные гнезда общественных ос, имеющие в поперечнике обычно от 10 до 30 см. Эти сложные гнезда возникли в ходе эволюции из более простых, свойственных одиночным видам. Вспомним хотя бы небольшие гнезда пилюльных ос в форме кувшинчиков. Самые простые гнезда из общественных видов строят осы-полисты (*Polistes*).

Их постройка состоит из маленького сота, свободно свисающего на толстой ножке с ветви, стены, скалы и т. д. Полисты еще «не догадались» окружить гнездо защитной оболочкой. Если на открытый сот попадет дождевая вода, осы отсасывают ее и уносят. Когда же насекомым становится слишком жарко, они приносят воду для охлаждения.

Весной самка, оплодотворенная еще в прошлом году, начинает строительство гнезда. В этой работе и в откладке яиц к ней могут присоединиться и другие самки. Среди них образуется иерархия, в которой первая самка всегда занимает высшую ступень. Она откладывает больше яиц, поедает яйца других самок и в конце концов изгоняет их самих, как только появится первое потомство.

Бумажные осы (*Vespa* и др.) более развиты по сравнению с полистами как в отношении конструкции гнезда, так и во многих других отношениях. Во-первых, эти осы сооружают уже многоэтажные соты; во-вторых, они окружили свое гнездо многослойной оболочкой. В ней имеются воздушные камеры, эффективно изолирующие внутренность гнезда



Последовательные стадии сооружения гнезда саксонской осой (гнезда частично вскрыты).

от наружного воздуха. Это позволяет поддерживать в помещении для потомства почти постоянную температуру — около 30°С. Специальная группа рабочих ос занимается выработкой тепла: они быстро сокращают и вновь расслабляют брюшко. При мышечном движении вырабатывается тепло (и мы дрожим на морозе, чтобы согреться). Если в жару гнездо слишком разогревается, осы приносят воду и увлажняют находящиеся внутри ячейки. Испарение снижает температуру (так же действует пот, испаряющийся с поверхности кожи человека).

Наблюдение в течение нескольких месяцев за строительством бумажного гнезда позволяет получить довольно полное представление об отдельных этапах работы. Подробное описание этого процесса дал В. Вайраух. Весной самка приступает к строительству. Она выбирает устойчивую основу в защищенном месте и делает стебелек, к концу которого прикрепляет две маленькие ячейки. Одновременно у основания стебелька она сооружает плоскую тарелочку, которую постепенно расширяет в чашу, а затем в сферическую оболочку размером примерно с вишню. Небольшое отверстие служит для входа и выхода строительницы. Вокруг первой шаровой оболочки с некоторым промежутком строится вторая такой же формы, но побольше. Так гнездо достигает размера с кулак, а затем и с человечью голову. Не остается неизменным и ядро гнезда, для защиты которого строят эти оболочки. К первым двум ячейкам пристраиваются другие, складываясь в сот. Вскоре сот достигает такого размера, что мог бы столкнуться с первой, ближайшей к нему сферой. Но еще до этого самка убирает ставшую слишком тесной оболочку. Материал оболочки не пропадает: он используется либо внутри гнезда для строительства новых ячеек, либо снаружи для увеличения последней к тому времени оболочки (кстати, мы ведь тоже стараемся использовать старую бумагу для изготовления новой).

Чем крупнее становится осиное гнездо, тем больше старых оболочек внутри его уже уничтожено. Так как соответственно растет и сот, то увеличивается свободное пространство под ним (из-за того что сот имеет плоскую дисковидную форму, он занимает место только под «потолком» шаровидного гнезда). Как только свободное место станет достаточно большим, начинается строительство второго сота.

Теперь с размером гнезда растет и число его этажей. К осени в старых гнездах некоторых видов рода *Vespa* бывает до 10 этажей. Методы и строительные конструкции ос мало похожи на методы и расположение ячеек медоносных пчел. Соты осиного гнезда обычно располагаются горизонтально и заняты ячейками только на нижней стороне, а не с двух сторон, как в пчелиных сотах, висящих вертикально.

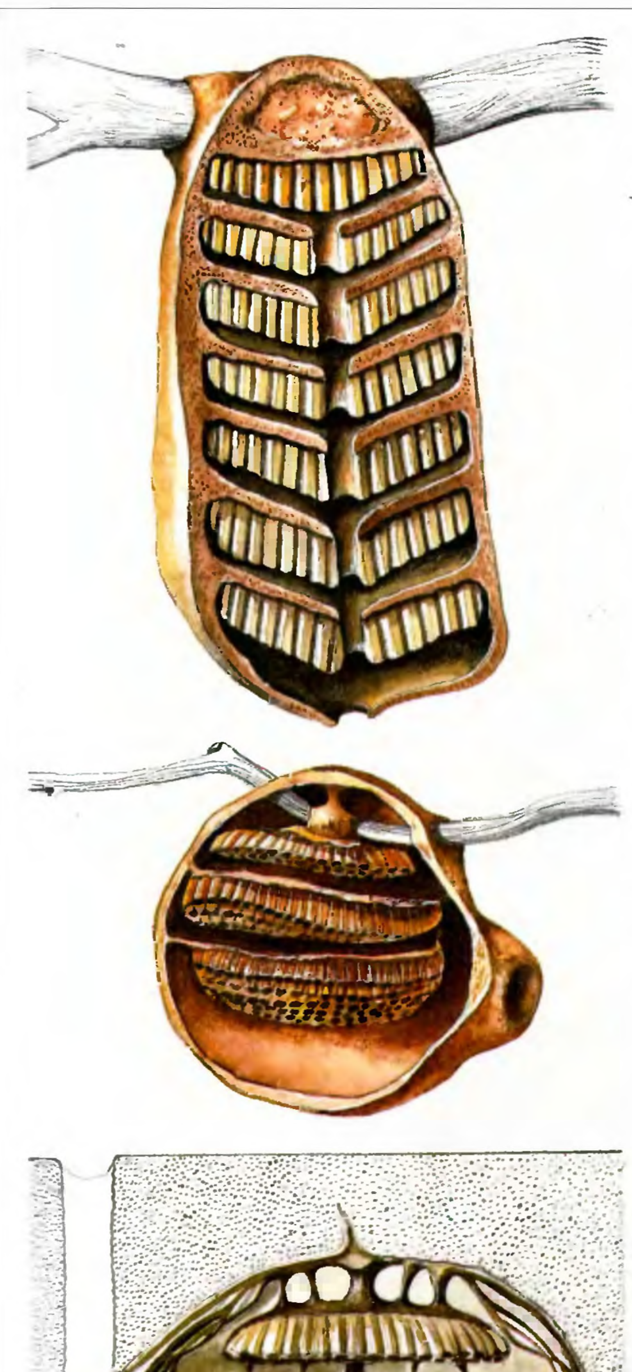
Наши самые распространенные осы (*Vespa, Dolichovespula*) добывают строительный материал преимущественно на старых, посеревших от непогоды штакетниках — потому и гнезда получаются серыми. Если сырье окрашено иначе, гнезда выходят цветными, часто полосатыми. Осенью в наших широтах вряд ли найдешь деревянный забор, который не был бы испещрен бесчисленными светлыми вертикальными полосками шириной 2 мм и длиной около 2 см. С этих мест осы сняли выветренное дерево, и наружу выступил нижний более светлый слой. Повсюду на деревянных столбах сидят осы, занятые добычей древесины. С явственно слышным шуршанием и царапаньем они соскребают челюстями древесные волокна, откалывают мелкие щепочки. При этом оса медленно пятится вниз. На обрабатываемое место насекомое выпускает немного слюны, от которой древесина ненадолго темнеет и размягчается, что облегчает ее соскребание. Когда наберется комочек древесных волокон, пропитанный слюной, величиной с горчичное зерно, оса переносит его по воздуху на стройплощадку. Здесь она еще раз хорошо пережевывает материал, добавляя к нему клейкий слюнный секрет, цементирующий разлохмаченные кусочки древесины.

Добыча сырья — трудоемкое и долгое занятие, зато само строительство идет поразительно быстро. Но прежде чем остановиться в определенной точке постройки, оса, как правило, быстро и, казалось бы, без определенной цели, бегает по стройплощадке. Найдя подходящее место, она по определенному стимулу, полученному от субстрата, решает, что именно надо сделать из принесенного сырья — ячейку, стенку оболочки, стебелек или другой элемент гнезда. Для каждой из этих деталей требуется особая обработка материала. Например, строительница садится верхом на край наружной оболочки гнезда и плотно прижимает комочек стройматериала к бумаге. Все так же сидя верхом, она отступает назад и раскатывает свой комочек в блестящую от влаги полоску. Потом хватает эту полоску внутренними зазубренными краями челюстей и растягивает ее в длину жующими и гребущими движениями. Чтобы получить нужный формат, ей приходится порой сделать 10—30 таких операций. Весь процесс идет чрезвычайно быстро — оса делает все буквально на бегу. В упорной работе прилаживаются друг к другу одна полоска за другой, пока наконец не получится бумажная стена, так поражающая нас в осином гнезде.

Интересно, что и наш способ изготовления бумаги в принципе не отличается от осиного. Мы точно так же размельчаем волокнистый материал (дерево или тростник). Получившуюся щепу вывариваем затем в едком натре и других химикалиях, чтобы размягчить волокна и разрыхлить их основу (оса для этого смачивает кусочки древесины слюной). Взвешенные в воде волоконца потом осаждают на сите, в результате они переплетаются между собой, а лишняя вода сливается. (Так и оса делает из древесной кашицы, прессуя, разрыхляя и вытягивая ее, листок бумаги нужной толщины.) Готовый лист бумаги при ручном изготовлении мы промокаем пластом фетра, а осы просто высушивают его на воздухе. Оба типа бумаги схожи и по методу изготовления, и по применяемому сырью. В средние века бумагу делали только из хлопка и тряпья. Всего 150 лет назад два изобретателя предложили применять для этого древесные волокна. Собственно, они ничего не изобрели, а подсмотрели весь процесс у ос. Они наблюдали полосатых строительниц за работой, и это навело их на мысль использовать тот же способ в бумажной промышленности.

Конечно, самка никогда не смогла бы в одиночку построить гнездо размером с человечью голову. В работе участвуют много ос. Именно этим объясняется значительный скачок в эволюции конструкции гнезд при переходе от одиночных видов к общественным. Вначале самка может рассчитывать при строительстве только на себя, как, например, бывает у одиночных песчаных и пилюльных ос. Ей приходится самой и строить, и откладывать яйца, и носить пищу, и кормить потомство. Первое время личинки получают от матери секрет ее зобной железы, позже — мясное питание, фарш из пережеванных насекомых. Поначалу пищи личинкам не хватает, и первые осы, выходящие через три недели из своих ячеек, закрытых шелковыми крышечками, развиты недостаточно, из них получаются рабочие особи, помогающие матери в работе. Вот в чем коренное отличие общественных насекомых от одиночных: только у общественных видов потомство присоединяется к матери и образует с ней семейное сообщество с разделением функций между его членами. У ос это разделение еще не выражается во внешних различиях, как у рабочих особей пчел и муравьев. Вспомогательные особи у ос отличаются от своей матери главным образом меньшими размерами. Они расширяют гнездо, заботятся о защите и питании потомства, а мать может целиком посвятить себя откладке яиц. За лето численность семьи увеличивается, сначала медленно, затем все быстрее. В одном особенно крупном гнезде германской осы (*Paravespula germanica*) насчитали 3900 обитателей. Но обычно в гнезде живет от нескольких десятков до нескольких сотен особей. Подавляющее большинство членов осиного семейства не переживет зиму, а сохранение вида обеспечивают оплодотворенные самки, которые, как и недолго живущие самцы, выходят в августе из специальных крупных ячеек и перезимовывают где-нибудь в укрытиях.

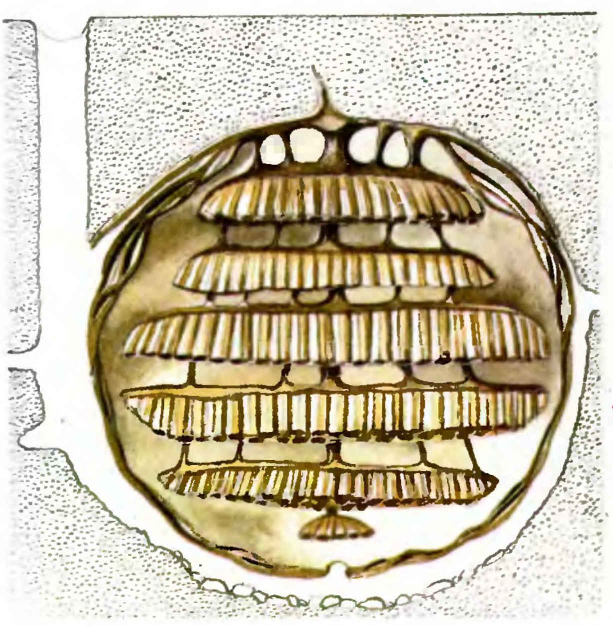
Описанная выше конструкция гнезда сохраняется в принципе у большинства наших общественных ос. Но в архитектуре гнезд есть тонкие различия между разными видами и родами. Так, представители рода *Vespa* соединяют этажи своих сотов небольшими ко-



лоннами — главной в середине и рядом концентрически расположенных вспомогательных. У *Dolichovespula* вместо таких колонн — венец из складок, концы которого многократно ветвятся.

Сравнивая ос рода *Vespa* с бразильскими (*Chartergus*), мы находим более крупные различия. Первые возводят вокруг сотов многослойную оболочку из тонких слоев бумаги, а вторые делают однослойную стенку из плотной картоноподобной массы. Это важное различие в устройстве оболочки гнезда тесно связано с тем, как скреплены между собой первые ячейки. Выделяются два плана строения: гнезда с внутренним скелетом (стелоциттарный тип), к которым относятся, кстати, гнезда европейских видов, и гнезда с наружным скелетом (фрагмоциттарный тип), как у бразильских ос. В гнезде с внутренним скелетом соединительные конструкции сотов передают основную нагрузку на особенно прочную колонну, расположенную в центре каждого сота. Вокруг нее располагаются другие несущие колонны или складки, причем мощность несущего скелета падает к периферийным и нижним частям гнезда, которые меньше и по размеру, и по весу. Между краями сотов и оболочкой гнезда остается промежуток, по которому осы оживленно движутся с одного этажа на другой. Оболочка очень тонка, ее легко можно прорвать пальцем. У гнезд с наружным скелетом, напротив, оболочка представляет собой прочную несущую опору, к которой непосредственно прикрепляются соты. В центре каждого сота имеется округлый лаз — единственный путь, которым обитатели гнезда могут попасть с этажа на этаж. Этот сквозной лаз проходит как раз в том месте, где в гнезде с внутренним скелетом находится несущая колонна.

Уместно вспомнить, что и самих животных по строению тела разделяют на две крупные группы: животные с внутренним скелетом (позвоночные) и животные с наружным скелетом (членистоногие, в том числе насекомые). И здесь природа стояла перед необходимостью «изобрести» скрепляющую опору для отдельных частей организма (как для частей осиного гнезда), и здесь она успешно разрешила эту проблему разными способами.



Типы строения осиных гнезд (сверху вниз, схематично).
Гнездо с наружным скелетом — род *Chartergus*, Бразилия. Прочная наружная стенка из картона несет соты; в середине проходит сквозной ход, который соединяет все этажи.
Гнездо с наружным скелетом — род *Polybia*, Венесуэла. Его тонкие стенки вылеплены из глины. Этажи доступны только со стороны входа и не связаны между собой.
Гнездо с внутренним скелетом — род *Vespa*. Конструкция поддерживается центральной колонной.

Постройки пчел

Переход к социальному образу жизни

На примере пчел лучше всего прослеживается переход от одиночного образа жизни к настоящим «государствам насекомых». Только в этой серии семейств имеются и одиночные, и промежуточные, и настоящие общественные формы. Мы уже говорили о стенной антофоре и о ее похожей на водопроводный кран надстройке на гнезде. Говорили и о том, что их гнезда часто расположены рядом и в местах, удобных для выведения потомства, встречаются в большом числе. Но они объединены пока только удобным местом для постройки, и каждая пчела живет сама по себе. Несмотря на это, оборонительные возможности пчел, поселившихся рядом, значительно возрастают. Они совместно отбиваются от врагов, на что нередко жалуются энтомологи, собиравшие этих пчел для исследований.

У некоторых галиктов (*Halictus*) самки живут довольно долго и доживают до вылупления своего потомства. Сестры из первого поколения текущего года уже совместно продолжают постройку гнезда, откладывают в нем яйца и вместе ухаживают за потомством, не разделяя детей на «своих» и «чужих». Только осень нарушает эту совместную жизнь, и весной каждая из родившихся поздней осенью самок одна начинает все сначала.

Несколько дальше пошло развитие в семейных сообществах шмелей. Внешне шмели с их округлым телом напоминают одиночных пчел, и, действительно, всех их вместе с медоносными пчелами объединяют в одном надсемействе Apoidea — пчелиные. И у шмелей самка, оплодотворенная в прошлом году, начинает ранней весной строительство гнезда. Как правило, она выбирает для этого место под землей, скажем в мышиной норе, но иногда ее привлекают хорошо защищенные места где-нибудь на возвышении, например в старом птичьем гнезде. Сначала гнездо очень напоминает постройки одиночных пчел, но устройство ячеек в нем совсем иное. Молодая самка шмеля уже использует воск, о котором мы подробнее поговорим при рассмотрении медоносной пчелы. Шмели употребляют воск еще не в чистом виде, а в смеси с пыльцой, смолой и другими веществами.

Самка широко распространенного полевого шмеля (*Bombus agrorum*) строит сначала одну восковую ячейку, наполняет ее цветочной пыльцой, откладывает туда несколько яиц и запечатывает. Рядом она сооружает восковой «горшочек» для запаса меда на холодные дни. Позже самка время от времени открывает выводковую ячейку, чтобы добавить корма растущим личинкам. Это уже шаг вперед по сравнению с большинством одиночных видов. Несмотря на многократные подкормки, первое потомство, которое выкармливала одинокая самка, оказывается довольно



Гнездо полевого шмеля (верхняя часть оболочки из мха снята). Растущие личинки распирают стенки бурых выводковых ячеек. Светлые, затканные паутиной ячейки содержат куколок, по краю гнезда — ячейки с медом. Рабочие шмели гораздо мельче своей матери, самки-основательницы.

хилым: молодые особи мелки, а их яичники неразвиты. Эти вспомогательные самки по своим функциям сходны со вспомогательными самками из осиного гнезда: они собирают корм, строят новые выводковые ячейки (в старых теперь хранят мед) и расширяют оболочку гнезда, возводимую из мха и воска. Поэтому подрастающие вслед за ними их младшие сестры лучше снабжены пищей и жильем, отчего особи последующих поколений выходят на свет все более крупными. Так и продолжается, пока поздней осенью не появятся полноценные самки и некоторые из них спарятся с вышедшими к этому времени из ячеек самцами. Только такие самки переживут зиму и весной станут основательницами новых гнезд.

Таким образом, семейное сообщество шмелей каждый год основывается заново, поэтому к осени в нем редко оказывается более 300 особей. Зато в тропических и субтропических областях шмелиные семьи живут по многу лет и их гнезда бывают гораздо крупнее. В северных широтах, где лето так коротко, что успевает развиться лишь одно поколение половозрелых особей, шмели, напротив, проводят свою жизнь как одиночные насекомые.

Безжальные пчелы мелипоны не состоят в близком родстве со шмелями или медоносной пчелой, но на их примере хорошо видна важная промежуточная стадия между устройством гнезд и семьи у шмелей и медоносных пчел.

Пчелы, входящие в подсемейство Meliponinae, а их примерно 350 видов, производят воск и, как и шмели, применяют его не в чистом виде, а смешивают обычно с древесиной или смолой. Чаще всего один и тот же вид использует разные строительные материалы, так что внешние оболочки, напоминающие оболочку осиного гнезда, состоят из смолы, глины и пережеванной древесины, а находящиеся внутри соты — из воска. Чтобы затруднить проникновение в гнездо «посторонних», делается узкий проход из воска и выставляется стража. Некоторые мелипоны на ночь закрывают леток восковой пробкой.

В этой группе пчел можно видеть тенденцию развития, ведущую от гнезд с обособленными или бессистемно объединенными ячейками, как у шмелей, к гнездам с правильными, открывающимися вверх сотами.

У мелипон мы впервые находим настоящих рабочих пчел — не просто хилых вспомогательных самок, как у ос или шмелей, а особей женского пола, отличающихся от полноценных самок целым рядом особенностей. Наряду с признаками высокоразвитого социального образа жизни (длительно живущие семьи, разделение функций, закрепленное в морфологических кастах) у мелипон наблюдается и ряд примитивных черт, особенно при уходе за потомством. Так, снабдив ячейки с личинками запасом пищи, они запечатывают их и по ходу развития молоди не подкармливают ее. Только у одного вида есть однократное подкармливание личинок. На примере семей мелипон мы видим, что в одной систематической группе могут встречаться высшие и низшие проявления социального образа жизни, и намеченную здесь последовательность следует рассматривать не как эволюционный ряд, а как боковые ответвления общего ствола. У пчелиных переход к жизни сообществом происходил по меньшей мере пять раз, поскольку примитивные стадии такого образа жизни встречаются в пяти семействах.

Медоносные пчелы

Из всех 20 000 видов пчел лишь медоносные пришли к настоящим семейным сообществам. Кроме обычной медоносной пчелы (*Apis mellifera*), называемой чаще просто пчелой, к ним относятся большая индийская пчела (*A. dorsata*) и карликовая индийская пчела (*A. florea*). Эти виды, особенно медоносная пчела, образуют множество рас, распространившихся по обширным областям земного шара.

Большая и карликовая индийские пчелы еще сохраняют некоторые примитивные черты. Их вертикальные, усаженные ячейками с двух сторон соты свободно свисают с деревьев тропического леса. У большой индийской пчелы соты могут достигать размеров 2,1 × 1,2 м, состоять почти из 100 000 ячеек и содержать до 100 кг меда! Форма ячеек, если отвлечься от некоторых различий по длине, совершенно одинакова, и каждая ячейка может служить любой цели: быть расплодной для пчел какой угодно касты или содержать запас пищи. Напротив, в небольших, величиной с тарелку, сотах карликовой индийской пчелы имеются разные типы ячеек: ячейки для выведения рабочих пчел, примерно соответствующие размерам такой пчелы; медовые ячейки, устроенные почти как первые, но более чем втрое длиннее их; трутневые — несколько более крупные, служащие для выведения самцов, и, наконец, не шестигранные, а бочонковидные маточники (для вывода матки — яйцекладущей самки у медоносных пчел).

Верхняя узкая сторона сота у карликовых индийских пчел несколько уплощена и образует маленькую «танцплощадку», на которой возвращающиеся с поисков корма сборщицы танцем сообщают остальным сведения об источниках пищи (это и есть «язык» пчел).

Соты медоносной пчелы только в исключительных случаях строятся без укрытия. Почти всегда для закладки гнезда пчелы предпочитают дупла или щели в скалах. Предлагая пчелам похожие искусственные гнездовья, человеку удалось подчинить себе пчелиные семьи, не превратив их, однако, в настоящих домашних животных: ведь в помещениях, предоставленных человеком, пчелы продолжают жить точно так же, как жили когда-то на воле.

Вначале человек лишь грабил соты диких пчел, собирая мед, воск и детву (потомство). Но уже 5000

Жилые постройки
Спрятаться проще всего в норе или пещере, поэтому большинство жилых построек выкапывается в земле или в органическом субстрате.
59 Луговая собачка (*Cynomys socialis*) у своей норы. Земляные холмики в колониях этих североамериканских грызунов не бесполезные наслоения выбранного при строительстве грунта, а наблюдательные пункты для сторожей. Их форма и высота способствуют также проветриванию разветвленной системы подземных ходов.
60 Незаметные с поверхности гнезда других грызунов могут иногда приносить существенный вред сельскому и лесному хозяйствам, особенно если выгрызаются в густом сплетении корней, как, например, нора полевки *Microtus* (*Pitymys*) *subterraneus*.
61, 62 На западном побережье Балтийского моря и Северной Атлантики во время отлива илистые мелководья густо покрыты спиральными кучками экскрементов, возвышающимися над жилыми трубками пескожилов (*Arenicola marina*).

Многие виды животных строят в своем жилище дополнительные элементы — выстилают его, ставят перегородки или запирающие устройства.
63 Паук *Nemesia cementaria* закрывает свою жилую трубку сплетенной из паутины и опускающейся на шелковых шарнирах крышкой, которая подгоняется к отверстию норки, словно пробка.
На фотографии крышка открыта. Паук вцепился хелицерами в ее нижнюю сторону и пытается вновь закрыть отверстие.

Гусеницы различных семейств бабочек оплетают кормовое растение шелковистой паутиной. В таких общественных гнездах-шатрах они защищены от капризов погоды, некоторых врагов и даже от инсектицидов.
64, 65 Паутинные гнезда гусениц горностаевой моли (*Hyponomeuta*). Подросшие гусеницы целиком объедают растение, на котором живут. Они окукливаются рядом друг с другом под защитой паутинного гнезда.
66 Горностаевая моль выходит из кокона.

Личинки других насекомых перед окукливанием закапываются или заползают в щели и трещины. Часто они встраивают в свой кокон чужеродный материал.
67 Под отставшей корой таится кокон бабочки с вплетенными в его стенку кусочками коры.
68 Две гусеницы бабочки-совки (Noctudidae), одна из них строит кокон. Она навивает шелковую нить восьмерками, создавая таким образом сплошную оболочку.
69 Для человека кокон тутового шелкопряда (*Bombyx mori*) имеет огромное значение. Его стенка чуть толще рисовального картона, но содержит до 4 км шелковой нити, из которой удается смотать одним куском около 900 м. На фотографии в разрезанном коконе лежит куколка шелкопряда.

С помощью влажных шелковых нитей некоторые гусеницы сворачивают из листа кулечек. При высыхании нити укорачиваются и стягивают края листа, придавая ему нужную форму. Чтобы легче было свернуть лист, гусеницы часто подгрызают его центральную жилку.
70—72 Гусеницы сиреневой моли (*Gracilaria syringella*) свертывают свой кулечек сообща. Внутри свернутого листа ровный микроклимат и достаточно пищи.

Без особых затрат создают довольно эффективные защитные оболочки личинки пенниц. Они сидят вниз головой на кормовом растении и сосут его соки. Жидкие экскременты стекают по их телу, вспениваясь благодаря пузырькам воздуха, выделяющегося из открывающихся по бокам личинки воздушных канальцев. Смесь белков, секрета выделительных и наружных восковых желез, стабилизирует пенистую оболочку, которая защищает личинки от высыхания и некоторых врагов.
73, 74 «Кукушкиными слюнками» называют слизистые защитные оболочки пенниц, скрывающие одну или несколько личинок (в зависимости от вида насекомого).
75 Млекопитающие редко строят свои гнезда над землей. Наиболее известно плетеное гнездо мыши-малютки (*Micromys minutus*).
76 Бобры (*Castor fiber*) натаскивают большую кучу веток и ила и устраивают в ней жилую камеру.



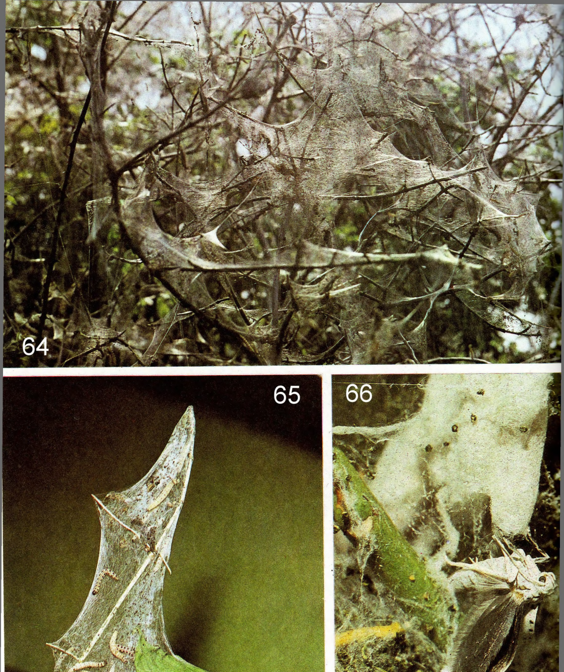
60

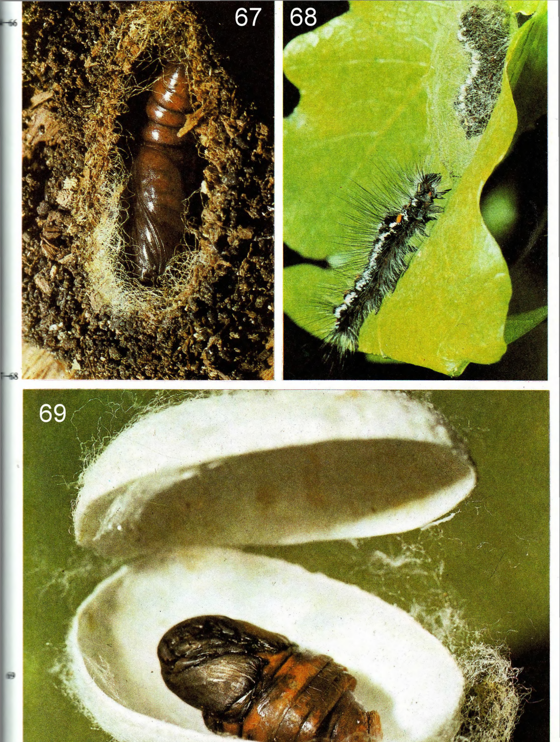
61

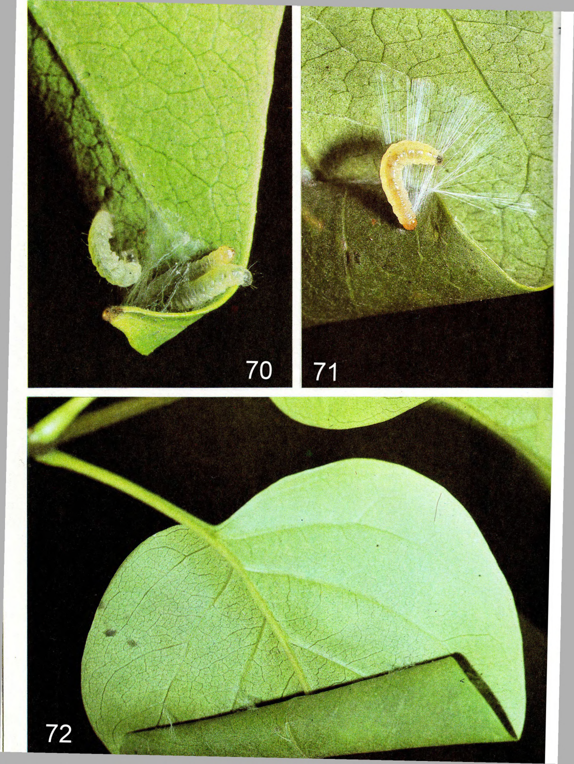
62



63


64
65
66

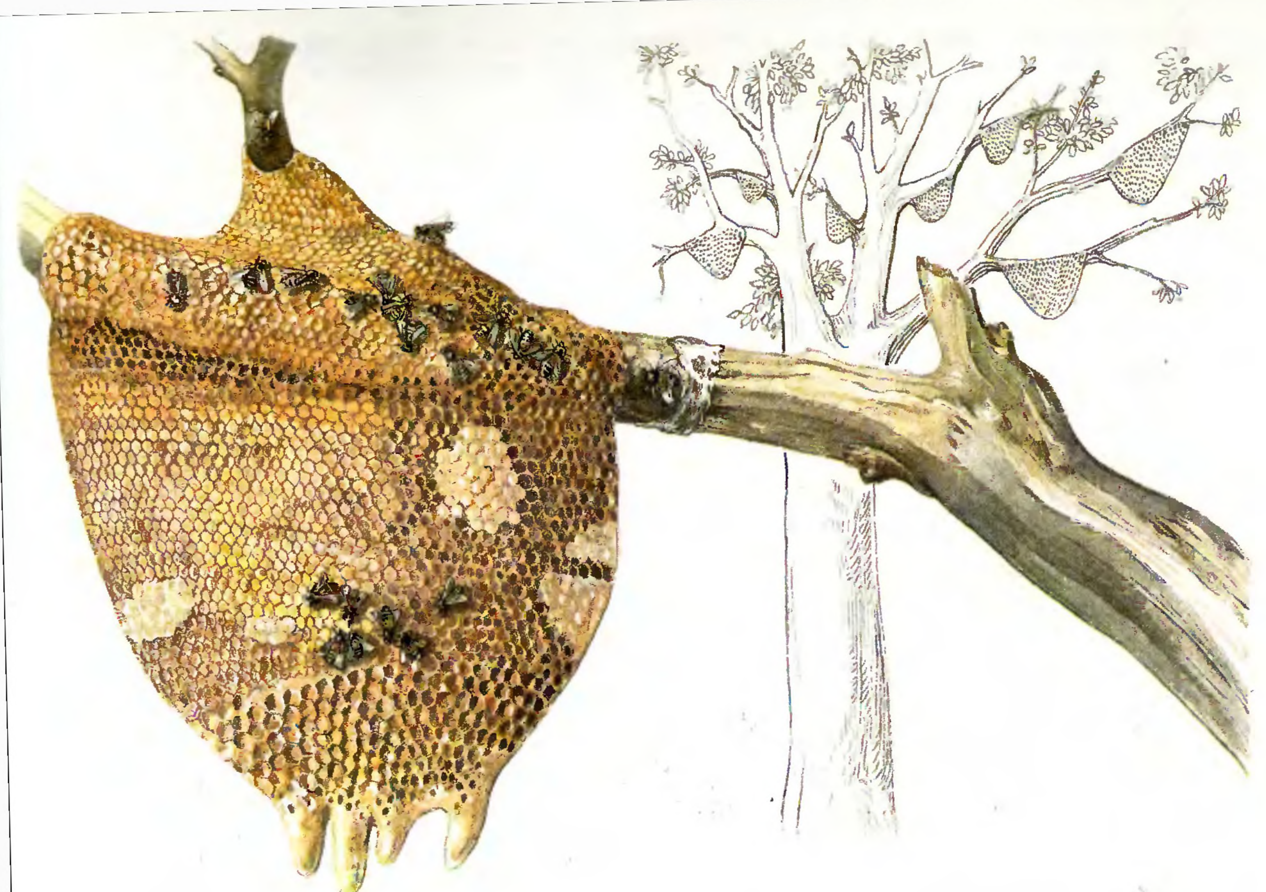

67
68
69


70
71
72



73
74
75





Соты карликовой индийской пчелы (слева) и большой индийской пчелы (на заднем плане). Первые размером примерно с тарелку, вторые достигают в ширину 2 м. И те и другие свободно свисают с ветвей высоких деревьев в тропическом лесу Индии. На верхней стороне сота карликовой пчелы находится горизонтальная «танцплощадка» для исполнения сборщицами своих танцев. На ветке видно кольцо из клейкой смолы, которое задерживает мелких похитителей меда.

лет назад древние египтяне делали из нильского ила своеобразные ульи в форме трубок. И сегодня там употребляются точно такие же трубки. В лесных районах Центральной Европы долгое время преобладало так называемое бортническое хозяйство (от «борть» — дупло дерева. — *Ред.).* Бортники (сборщики дикого меда) пристраивали к естественным древесным дуплам съемные крышки, чтобы легче было доставать соты. Этот способ получения продуктов пчелиной семьи очень трудоемок, так как дупла разбросаны по лесу и далеко не каждое занято пчелами. Позже люди стали разводить пчел в спиленных отрезках дуплистых деревьев или в специально выдолбленных чурбанах. Во многих районах пчел держали в соломенных корзинах (в Люнебургской пустоши* так поступают и сейчас). Но все эти убежища были не лучшим решением проблемы прежде всего потому, что в них не было четкого разделения между ячейками с приплодом и медом, так что при извлечении меда неизбежно уничтожалась вся семья или по крайней мере большая часть расплода. Важным событием в пчеловодстве было изобретение в середине прошлого века пчелиного улья с подвесными деревянными рамками, на которых пчелы могут строить свои соты* и которые очень просто вынуть из улья, что значительно облегчает труд пасечника.

* Равнина на севере ФРГ.

Улей

Сообщество пчел, населяющих улей, вместе с приплодом, запасами и восковыми строениями называют «семьей». Чтобы понять жизнь пчел и их строительную деятельность, надо хотя бы в общих чертах ознакомиться с составом и организацией такой семьи.

Нормальная семья состоит летом из 40—80 тысяч взрослых пчел — потомства одной матки, единственной яйцекладущей самки во всем улье. Основную массу семьи составляют рабочие пчелы — тоже сам-

* Первый разборный рамочный улей изобрел в 1814 году русский пчеловод П. И. Прокопович.

ки, но, как правило, неразмножающиеся и отличающиеся от матки некоторыми другими особенностями. Весной и летом в семье имеются также трутни (самцы). Некоторые из них спариваются с молодой маткой в брачном полете. Когда надобность в трутнях отпадает, рабочие, кусая и жаля, выгоняют их из улья («изгнание трутней»). Вне улья они очень скоро гибнут от голода.

За год матка откладывает 100—150 тысяч яиц, весной иногда по 3000 в день. Такая огромная плодовитость возможна лишь потому, что матка не участвует ни в каких других работах, ей даже не приходится отрываться от откладки яиц для приема пищи, так как рабочие, отрыгивая через хоботок, кормят ее особым питательным секретом. Кормление матки — одна из обязанностей, целиком возложенных на рабочих пчел, точнее, на молодых рабочих, поскольку выполняемые обязанности у медоносных пчел зависят от возраста.

Первые десять дней жизни молодые пчелы заняты внутри улья: в основном ухаживают за расплодом и кормят личинок. В конце этого периода их кормовые железы дегенерируют, зато достигают полного развития восковые — нянька превращается в строительницу. Наряду со строительством она выполняет в улье и другие работы, пока примерно на 21-й день не дегенерируют и восковые железы. Тогда пчела вылетает на сбор нектара. Этот вид деятельности отложен на конец жизни, так как именно вне улья сборщице грозят различные опасности.

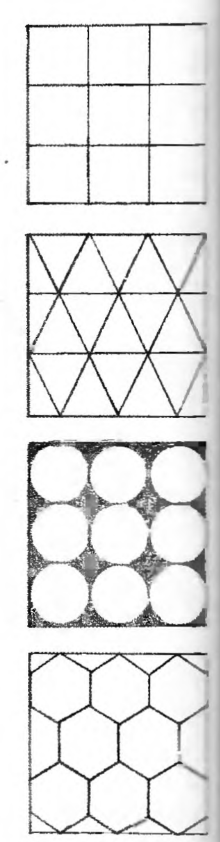
Сроки смены видов деятельности не всегда соблюдаются жестко. В улье имеется какое-то число резервных особей, отправляющихся туда, где требуется в данный момент рабочая сила. Ко времени роения, когда старая матка с частью семьи должна покинуть улей, чтобы основать новый, восковые железы, так необходимые в это время, развиваются уже у молодых пчел, которым по возрасту полагается быть «няньками». Поэтому после смены квартиры строительство новых сотов идет поразительно быстро.

Экономичный шестигранник

Как и у карликовых индийских пчел, в сотах медоносной пчелы имеются ячейки трех разных форм. Бóльшая часть ячеек построена одинаково, они служат для выведения рабочих и для запасания пыльцы и меда. Матка откладывает яйца лишь в ячейки центральной части сотов, а наружные и задние соты служат для запасов пищи. Для выведения трутней, которые крупнее рабочих, пчелы строят ячейки побольше, а для маток — самые большие, расположенные, как правило, сбоку или у нижнего края сотов.

За исключением этих округлых маточников, которые стоят несколько особняком, все остальные ячейки представляют собой равносторонние шестигранные призмы. Эта форма выделяется среди прочих своей экономичностью, так как каждая стенка ячейки одновременно служит стенкой соседней ячейки. Поэтому такой форме благоприятствовал естественный отбор. При круглой, пятигранной или восьмигранной форме пчелам пришлось бы строить особые стенки для каждой ячейки (лишний расход материала), а между ячейками оставались бы пустоты (лишний расход места). При трех-, четырех- или шестигранных ячейках этот недостаток отпадает. Но шестигранник при равной площади имеет наименьший периметр, то есть при одинаковом объеме для строительства шестигранных ячеек требуется меньше всего материала.

Преимущества шестигранной формы ячеек (пояснения в тексте).



До недавнего времени считали, что шестигранная форма возникает просто оттого, что ячейка со всех сторон сдавливается соседними. Но это оказалось не так. Ячейки сразу строятся окончательной формы, каждый угол новой ячейки с самого начала равен 120°. Форма шестигранника, видимо, закреплена у строительниц наследственно; они «украшают» шестигранным узором даже сооружаемые ими округлые маточники.

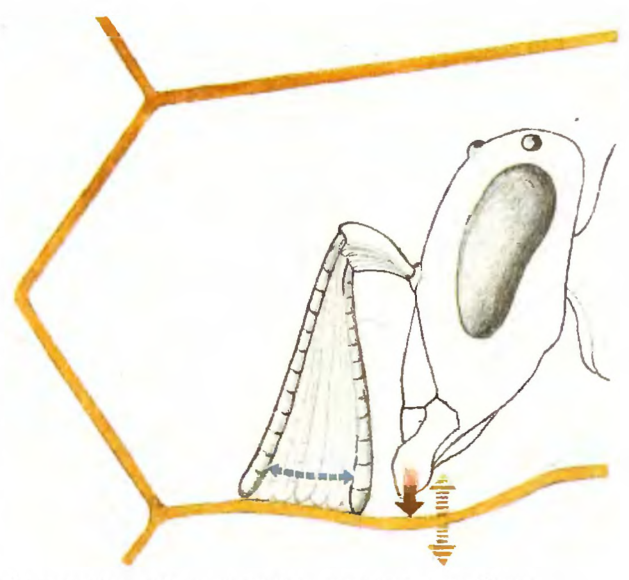
Строительство сотов

Там, где идут строительные работы, висят плотные грозди строительниц, внутри каждой грозди поддерживается температура 35° С. Такая температура необ-

ходима для «выпотевания» воска. Его мелкие чешуйки выступают из четырех восковых желез пчелы, находящихся на нижней стороне брюшка (у шмелей и безжальных пчел эти железы имеются и на спине, у шмелей ими обладают даже самцы). Задними ножками, на лапках которых имеются специальные щетинки, пчела подхватывает чешуйки воска и вытаскивает их из-под брюшка, а затем передает передними ногами ко рту. Строительница основательно пережевывает каждую восковую чешуйку, смешивая воск со слюной. Благодаря высокой температуре воск приобретает идеальную степень мягкости, необходимую для формовки. Как только восковые чешуйки извлечены, из желез выпотевают следующие, так что стройматериала хватает.

Работа над новым сотом начинается обычно сразу в двух-трех точках на крышке улья; в ныне распространенной конструкции ульев — по верхней планке одной из деревянных рамок. Отсюда языки воска растут вниз и наконец соединяются своими краями. На готовом соте места стыков найти невозможно. Это тем более удивительно, что сот строится не ячейка за ячейкой: в работе одновременно в разных точках находится много шестигранников. Кроме того, строительницы часто сменяются, иногда каждые полминуты. Перед тем как прилепить свой комочек воска, пчела узнает, где остановилась работа, и правильно ее продолжает. Сначала сооружается ромбовидная часть дна ячейки, на ней закладываются две стенки. После этого к дну добавляются еще два ромба, каждый с двумя стенками. При возведении стенки пчела сначала укладывает грубо слепленный восковой валик, затем строгающими и тянущими движениями челюстей вытягивает его в тонкий листок. Толщина стенки многократно проверяется, лишний воск снимается. Окончательная толщина стенки бывает 0,073 мм, а в трутневых ячейках — 0,094 мм. Отклонения в ту или иную сторону составляют не более 0,002 мм. Долгое время казалось загадочным, как определяют пчелы толщину стенки. Ведь чтобы так точно соблюдать ее, они должны уметь ее измерить.

Исследования последних лет позволили выяснить принцип столь точных измерений. Пчелы делают это косвенным способом. Надавливая челюстями на стенку, строительница прогибает ее. Когда нажим прекращается, прогиб исчезает. Во время этого процесса концы щупиков беспрерывно касаются стенки, сообщая пчеле точнейшую информацию о возникновении и исчезновении прогиба. При постоянной температуре 35° С, постоянных свойствах воска и постоянной форме ячейки степень прогиба зависит только от толщины стенки. Если удалить кончики щупиков, на которых находятся специальные органы чувств, строительницы по-прежнему смогут воспроизводить шестиугольные в плане ячейки, но они становятся неправильными: их стенки местами слишком толсты, местами тонки и часто имеют отверстия.



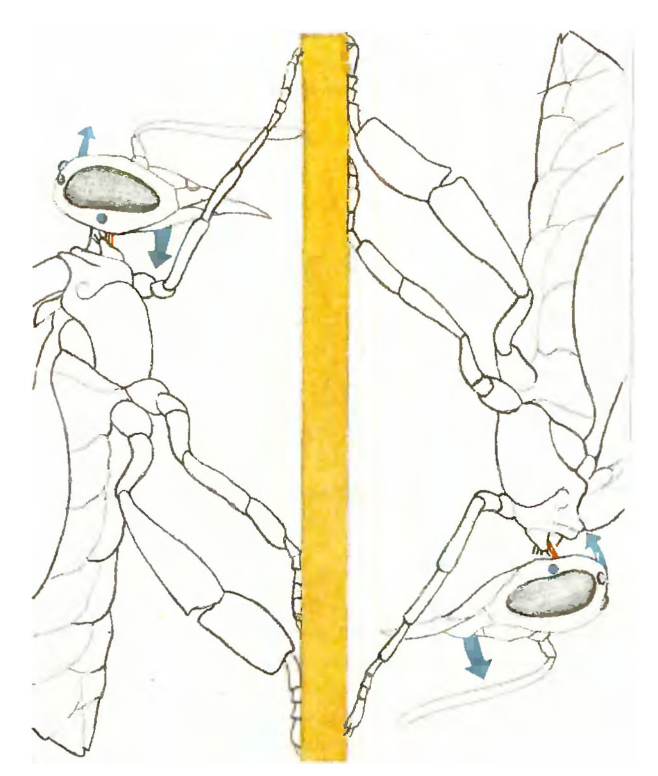
Определение толщины стенки путем ее прогибания и измерения скорости восстановления формы (схема). Отклонения не более 0,002 мм.

А вот как пчелы измеряют расстояние от одной стенки ячейки до противоположной, пока не совсем ясно. В ячейках для выведения рабочих пчел и хранения меда это расстояние составляет 5,2 мм, в трутневых — 6,2 мм. «Измерительными инструментами», видимо, служат передние ноги. Другие измерительные инструменты найдены на затылке пчелы. Здесь находится группа высокочувствительных волосков, регистрирующих каждый поворот и любое изменение положения головы. Когда пчела сидит головой вверх, сила тяжести отклоняет более массивную часть головы к груди, и чувствительные волоски изгибаются. При позе головой вниз волоски отклоняются в другую сторону. Промежуточные позы также точно регистрируются пчелой, поскольку давление на чувствительные волоски при этом распределяется по-разному. Таким образом строительница может контролировать свое положение, а значит, и вертикальность сотов. Когда в подопытном улье чувствительные волоски пчел склеивали восковой смесью, то за две недели они смогли построить лишь три ячейки, и те неправильной формы — при этом сбор взятка шел нормально, а воск производился даже в избытке, но его крупицы осыпались неиспользованными на дно улья. И лишь с наступлением жаркой погоды, когда чувствительные волоски начали расклеиваться, всего за четыре дня были заложены основы почти нормальных ячеек.

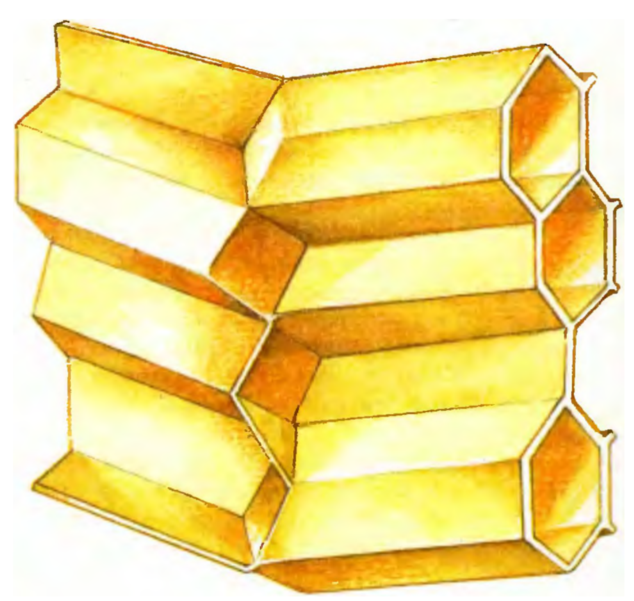
Как мы видели, вертикальное положение сотов зависит от работы органов пространственной ориентации, находящихся на затылке пчелы. Но это еще не объясняет равномерности расположения сотов в гнезде. Пасечник вешает в улье рамки параллельно, этим разрешая проблему. Но при жизни на воле

отложен на края ячейки в виде валика, так что при необходимости надо лишь «натянуть» воск на отверстие. Ячейки с выросшими личинками также закрываются, чтобы защитить будущую куколку, а под крышечкой еще сама личинка сплетает плотную паутину из шелковых нитей. Превращение во взрослую пчелу идет под этой двойной защитой.

Оптимальная температура для развития потомства, как и для производства воска, около 35° С. Пчелы стараются поддерживать эту температуру в расплодной зоне (части сотов, занятых расплодом). Если



Органы пространственной ориентации у пчелы. Чувствительные волоски обозначены красным цветом. Если пчела сидит головой вверх, тяжесть оттягивает нижнюю, самую тяжелую часть головы вниз, к груди, и волоски отклоняются. При положении «головой вниз» происходит обратное отклонение. Так пчела контролирует свое положение в пространстве и выдерживает вертикальность сотов при строительстве.





Вверху: разрез через сот, некоторые стенки ячеек удалены. Ряды ячеек с обеих сторон слегка наклонены вверх, так что вязкий мед не может вытечь. Прочность сотов в значительной степени зависит от зубчатого сцепления донышек ячеек. Нормальный сот, созданный из 40 г воска, может вместить свыше 2 кг меда.
Внизу: вид сота спереди.

должны быть какие-то другие принципы упорядочения. Иначе возникала бы неразрешимая путаница, когда, к примеру, рой залетает в темное дупло и тысячи рабочих пчел в разных точках одновременно начинают строительные работы. Занимаясь этой проблемой, ученые пришли к выводу, что при строительстве сотов пчелы ориентируются по магнитному полю Земли. Они работают, пользуясь своим внутренним компасом. Если с помощью искусственного магнита исказить природное магнитное поле, пчелы отклоняют направление сотов от исходного.

Удивительна прочность сооружения, сделанного из такого мягкого материала, как воск. Нормальный сот размером 37×22,5 см, на сооружение которого пошло около 40 г воска, может принять свыше 2 кг меда! Такая несущая способность определяется формой донышка ячейки и способом ее связи с соседними, а также расположенными на другой стороне сота. Сами ячейки наклонены от вершины к основанию на 13°, что препятствует вытеканию вязкого меда. Наполненные медом ячейки запечатываются восковыми крышечками. Материал для крышечки заранее

температура угрожающе растет, рабочие вентилируют улей крыльями, направляя сюда охлаждающий поток воздуха, а часто и воду приносят, чтобы ее испарением охладить сот. Если же температура падает ниже оптимальной, в расплодной зоне собираются рабочие пчелы и усиленной мышечной деятельностью увеличивают выделение физиологического тепла, согревая соты. На зиму пчелы сбиваются в плотный клубок, в его середине, где держится матка, устанаrange температура около 25° С. Потребности в энергии в это время пчелы покрывают за счет запасов меда или сахарного сиропа, который предоставляет им пасечник.

В заключение еще несколько слов о материале построек пчел. Хотя нам наиболее известен пчелиный воск, делать воск умеют не только представители этой группы. Так, некоторые виды тлей имеют на спине нити из чистого воска; воск выделяют многие цикады, как и некоторые одиночные пчелы. Даже у растений часто встречается восковой налет на листьях, особенно он развит у восконосной пальмы (*Copernicia cerifera*). Не всегда организмы, выделяющие воск, для чего-то его используют, изначально это лишь побочный продукт обмена. Шмели применяют выступающий у них воск в строительстве гнезда как цементирующий материал, безжальные пчелы мелипоны делают из воска в смеси с другими материалами простые ячейки, а у медоносных пчел появляется двусторонний сот с его экономичной шестигранной структурой.

Наряду с воском пчелы используют еще и смолы, особенно для заклеивания дыр и щелей в улье («пчелиный клей», или прополис). Карликовые индийские пчелы сооружают, кроме того, клейкие смоляные кольца для защиты гнезда. Ветку, на которой висит их маленький сот, они с двух сторон окольцовывают клейкими полосками из древесных смол, чтобы задержать насекомых, растаскивающих мед. Еще одно применение прополиса касается тех случаев, когда в улей забирается какое-то более крупное животное, например мышь. Вооруженные жалами обитатели закалывают незваного пришельца, а затем покрывают непроницаемой для воздуха оболочкой из прополиса — мумифицируют труп. Предотвращая таким способом гниение, пчелы защищают себя от возможной инфекции. Прополис собирается главным образом осенью, когда через трещины в улье утекает много драгоценного тепла. Пчелы смешивают его, как и воск, со слюной, что упрощает дальнейшую его обработку.

Человек издавна использует строительные материалы пчел. Воск в наше время служит не столько для изготовления свечей, сколько как ценное сырье для фармацевтической промышленности (кстати, он дороже меда, так как 150 000 пчел производят за всю свою жизнь только 1 кг воска). Прополис также имеет определенное практическое значение. Весьма вероятно, что именно из прополиса делали тот таинственный лак, которым старые итальянские мастера покрывали свои скрипки, чтобы добиться наилучшего звучания.

Разносторонние муравьи

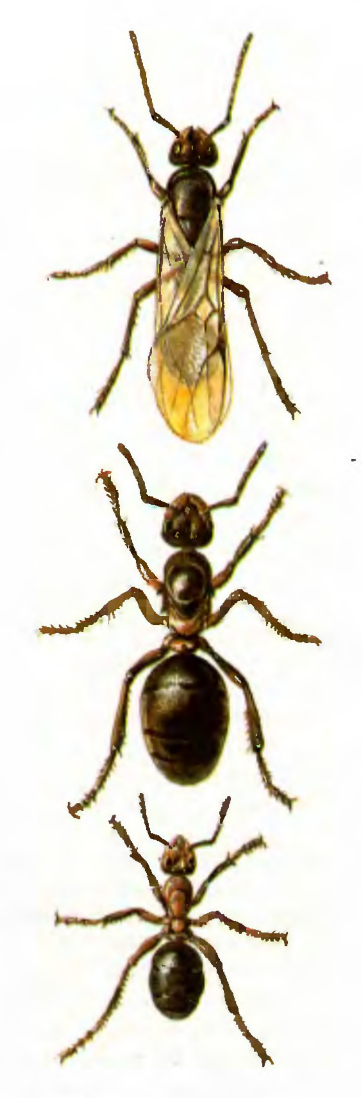
Муравьи живут почти повсюду, где только могут жить насекомые. К настоящему времени их описано 6000 видов. Удивительная жизнеспособность муравьев во многом зависит от их строительной деятельности. Кроме всем известных муравейников («муравьиных куч») у этих насекомых имеются обширные подземные сооружения, гнезда в дуплистых стволах, картонные и даже сшитые из листьев гнезда. О муравьиных дорогах и многообразных хозяйственных постройках мы уже говорили в связи с добыванием пищи.

Все муравьи — общественные насекомые. Они могут образовывать небольшие семьи из десятка особей, а могут жить и огромными общинами, включающими тысячи, сотни тысяч и даже миллионы особей. Среди муравьев нет ни одного вида, который бы вел одиночный образ жизни. Этим они отличаются от пчел и ос. Но, несмотря на отличия и во внешнем облике, и в конструкции гнезд, у муравьев и пчел много общего в строении тела и структуре семьи, поэтому их объединяют в один отряд перепончатокрылых.

Как для пчел, так и для муравьев характерно ясно выраженное разделение функций, которое сказывается во внешнем облике особей. Больше всего в гнезде рабочих — бескрылых самок с недоразвитыми половыми органами, выполняющих все работы, кроме откладки яиц. В отличие от пчел у муравьев рабочие выглядят неодинаково, среди них существуют разнообразные касты. У лесных муравьев, к примеру, можно видеть постепенные переходы между различными по размеру формами: преобладают рабочие среднего размера, но есть и мелкие, и крупные, число которых уменьшается по мере отклонения от средних размеров. Но у многих других видов имеются четкие касты, между которыми нет переходов.

Молодых самцов и полноценных самок у муравьев легко распознать: они обладают крыльями. В теплые летние дни можно увидеть, как из муравейника, словно облако дыма, отправляется в брачный полет множество крылатых половозрелых особей. Вскоре после того, как молодая самка спарится с самцом, она сбрасывает крылья (они обламываются по заранее намеченной линии) и пытается основать новый муравейник. При этом она может полагаться только на себя, так как самец после спаривания погибает, а забрать из родного гнезда помощниц, как это бывает у пчел, обычно не удается.

Но самки некоторых муравьев не способны своими силами основать новую общину. И муравей-амазонка *(Polvergus rufescens)*, к примеру, проникает в



Рыжие лесные муравьи
Сверху вниз: самец, самка после сбрасывания крыльев, рабочий.

гнездо темно-бурого лесного муравья *(Formica fusca)*, укусом в голову убивает местную самку и возлагает заботу о своем потомстве на местных рабочих. И позже чужие рабочие ухаживают за потомством амазонок, так как рабочие этого вида из-за кинжалообразных челюстей не способны кормить молодь. Даже есть сами они не могут, их должы кормить муравьи другого вида. Потребность в «рабах» удовлетворяется постоянными набегами.

В некоторых случаях молодые самки после спаривания возвращаются в родной или в другой муравейник того же вида, и нередко их там принимают. Так возникают общины с большим числом самок — порой более 100. В таких муравейниках особенно много особей (у странствующего муравья *Anomma wilverthi* — свыше 10 миллионов). Постоянный приток молодых, плодовитых самок делает такие общины практически бессмертными.

Но в семьях многих видов обычно лишь одна самка, самостоятельно основавшая муравейник. Сбросив крылья, она разыскивает подходящее укрытие под камнем или выкапывает небольшую ямку, закупоривая изнутри вход в нее. В первые месяцы самка-основательница живет главным образом за счет рассасывания ненужной ей более мускулатуры крыльев. В это время она откладывает первые яйца, заботится о личинках и кормит их секретом слюнных желез, а то и последними из отложенных яиц (и сама время от времени съедает яйцо). Из куколок выходят первые рабочие, и начинается жизнь новой общины. Муравьи раскупоривают вход в пещерку, добывают пищу и разворачивают строительную деятельность.

Кратерные гнезда и строители куполов

Простейшие гнезда встречаются у тех видов, самки-основательницы которых поселяются под камнем, в ямке, в трещине стены. В таких местах растущая семья может обеспечить себе лишь небольшое пространство. Несколько выше организованы так называемые кратерные гнезда, особенно распространенные у муравьев степей и пустынь. Здесь к первоначальному убежищу самки присоединяется идущий более или менее отвесно ход, длина которого зависит от влажности почвы, так как всем муравьям, в том числе пустынным, для развития потомства требуется определенная влажность. Почву, вынесенную на поверхность, укладывают вокруг входа в гнездо. Так возникает нечто вроде башни, а у более крупных гнезд — кратерообразное возвышение (рис. на с. 42). От вертикального хода ответвляются горизонтальные штольни и боковые камеры, служащие для различных целей. Нижние камеры обычно используются для выведения потомства, верхние — для захоронения мусора; последние забиваются сброшенными оболочками куколок, остатками пищи и погибшими муравьями. У крупных кратерных гнезд, как правило, много входов. У муравьев-листорезов, например, возникают огромные поселения, порой на площади в 1 га, с многими подземными гнездами.

Землю, сваленную у входа в кратерное гнездо, его обитатели со временем пронизывают системой ходов. Так поступают муравьи-жнецы Средиземноморья и некоторые другие виды. Это плавный переход к муравейникам-кочкам, как у наших желтых и черных садовых муравьев рода *Lasius*. Они насыпают извлеченные комочки земли на стебли и травинки, и возникают типичные небольшие кочки, знакомые, должно быть, каждому.

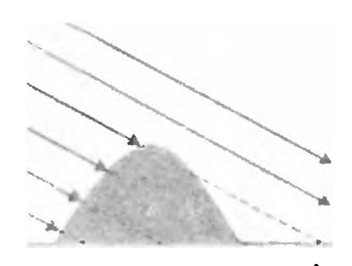
Еще более известны гнезда рыжего лесного муравья; их-то прежде всего и представляешь, когда речь заходит о сооружениях муравьев. Наземный

купол — лишь видимая часть гнезда, скрытая часть может быть не меньше.

Строительные работы всегда начинаются под землей, исходной точкой часто служит источенный дуплистый пень. Отверстия в пне вскоре засыпаются множеством сосновых и еловых иголок, веточек, кусочков коры и другого материала, собранного поблизости. Так образуется основа купола. Рабочие муравьи могут переносить грузы, во много раз превышающие их собственный вес. Более тяжелый груз тащат обычно сразу несколько муравьев. Поверхность купола они выкладывают более мелким мате-



Муравейник рыжего лесного муравья, построенный на пне. Постройка заходит в глубь земли на столько, на сколько возвышается над ней. Чтобы не возникло гниения, муравьи постоянно перелопачивают купол, так что нижний слой время от времени попадает для просушки на поверхность.



Действие муравейника как уловителя и накопителя тепла. Лишь два из четырех нарисованных здесь условных лучей, падающих на муравейник, попали бы на поверхность плоского подземного гнезда.

риалом, а его толщу пронизывают множеством ходов и камер. В жаркие дни входные отверстия расширяются, а ночью и в холодные дни, напротив, старательно закупориваются, чтобы дольше удержать драгоценное тепло внутри. Вообще лесные муравьи активно регулируют температуру в гнезде. Летом в центре купола температура поддерживается практически постоянной (26—29° С), но разрешают проблему они другими способами, нежели пчелы и общественные осы. Свои гнезда-купола они используют для улавливания лучей и накапливания тепла. Утром и вечером, когда солнце еще невысоко над горизонтом, муравьиные кучи поглощают (и, значит, передают в гнездо) гораздо больше солнечного тепла, чем приняла бы плоская поверхность земли. Особенно важно такое повышенное использование солнечной энергии в тенистых местообитаниях. Поэтому в затененных еловых лесах муравейники выше, чем в светлых сосновых.

Еще один используемый муравьями способ повысить температуру в гнезде: большое число рабочих муравьев хорошо прогреваются на солнце и быстро уходят в глубь муравейника, где отдают накопленное тепло. На первый взгляд этот метод кажется смехотворным, но расчеты показали, что по сравнению с требующими подогрева объемами воздуха в камерах с личинками масса прибегающих сверху разогретых муравьев довольно велика.

Общественные складчатокрылые осы и медоносные пчелы поддерживают необходимую температуру и влажность прямо у ячеек расплода. Муравьям, чтобы добиться такого же результата, приходится перемещать своих личинок и куколок (это и есть так называемые «муравьиные яйца») в те области гнезда, где царят оптимальные для них условия. При повреждении гнезда муравьи в первую очередь переносят в безопасное место расплод.

Быстрота, с которой заделываются повреждения гнезда (а их, кстати, особенно часто наносят дятлы, старающиеся добраться до самих насекомых и их личинок), отчетливо свидетельствует о высокой строительной активности муравьиной семьи летом. Даже в уже вполне выстроенном на вид муравейнике происходит постоянное перемещение строительного материала. Это было наглядно продемонстрировано в серии опытов, когда поверхность купола муравейника опрыскивали цветным лаком. Через четыре дня окрашенный слой исчез, и купол принял свой обычный цвет. Раскопки муравейника показали, что окрашенные частицы находятся на глубине около 10 см под поверхностью купола и с каждым днем уходят все глубже. Краски, нанесенные еще несколько раз, также ушли в глубь купола. Но через месяц они одна за другой стали вновь появляться на поверхности — и именно в том порядке, в каком наносились. Это поразительное явление объясняется тем, что рабочие муравьи постоянно выносят материал от основания кучи наружу, так что слой, лежавший сверху, оказывается все глубже, пока не придет наконец его черед снова появиться на свет. В этом процессе влажный материал время от времени выносится для просушки на поверхность, что необходимо для защиты от плесневения. Как велика эта опасность, видно на примере заброшенных муравейников: без постоянного ворошения они очень скоро покрываются плесенью и сгнивают.



Вход в гнездо муравьев *Colobopsis* в ореховом дереве. Отличающиеся особой формой тела «привратники» закрывают отверстие своими головами и впускают только членов семьи.

Рыжие лесные муравьи ведут преимущественно хищный образ жизни. Они прочесывают обширные охотничьи участки, пользуясь чаще всего своими дорогами. При массовом размножении вредителей леса всегда оказывается, что участки вокруг муравейников не страдают от напасти и выглядят в обглоданном лесу как зеленые оазисы. Поэтому рыжие лесные муравьи находятся под охраной закона.

Деревянные и картонные гнезда

Крупнейшие из наших муравьев, муравьи-древоточцы *(Camponotus)*, достигают в длину 13 мм. Они предпочитают селиться в пнях или частично подгнивших стволах деревьев. Это облегчает им сооружение ходов и камер. Нередко насекомые заселяют и живые дуплистые стволы, внутри которых прокладывают ходы на высоту до 10 м. При этом они придерживаются годичных колец дерева, выгрызая более мягкие слои, возникшие во время быстрого весеннего роста, и оставляя слои поплотнее, летние (по крайней мере когда им не требуется особенно много места). Древесина в пищу муравьям не идет, она даже не поступает к ним в кишечник.

Родственные виды подрода *Colobopsis* выгрызают свои ходы в ореховых деревьях. Вход в гнездо — округлое отверстие, такое узкое, что его могут заткнуть своей головой «привратники», выделяющиеся среди муравьев особой формой тела. Утолщенная, уплощенная спереди и окрашенная под цвет коры голова точно входит в отверстие и закрывает его, как пробка. Привратник впускает только членов семьи, которые просят об этом постукиванием уси-

Устройство гнезда пахучего муравья-древоточца (*Lasius fuliginosus*) в дуплистом стволе лиственницы (схематично). Картонное гнездо уже заняло почти всю имеющуюся в стволе полость. Перед входом — куча выброшенного из гнезда материала, под стволом — зимовочное гнездо, также изготовленное из картона.

ками и к тому же пахнут, как положено. Большое входное отверстие затыкают несколько привратников сразу, а если оно все-таки слишком велико, его уменьшают с помощью картонной массы, пока не останется отверстие размером с голову привратника.

Картон используют для строительства и другие живущие в деревьях муравьи. Европейский пахучий муравей-древоточец (*Lasius fuliginosus*), например, строит свои гнезда в дуплистых стволах. Вместо того чтобы, как предыдущий вид, выгрызать свое жилище в древесине, он сооружает в уже имеющейся полости картонное гнездо. При этом одна группа рабочих муравьев постоянно подносит мелкие частицы древесины, вторая поставляет необходимое цементирующее вещество, а третья, собственно строители, делает из этой смеси картоноподобную массу, из которой и возводит в дупле конструкцию с множеством камер нерегулярной формы. Картонное гнездо заходит и под землю. Жители его, как и рыжие лесные муравьи, зимуют в нижних этажах гнезда.

До 1970 года считалось, что пахучие муравьи-древоточцы связывают волокна древесины секретом слюнных желез примерно так, как это делают осы. Но когда их картонную массу проанализировали, составных частей слюны не нашли. Но чем же, если не слюной, скрепляется картон в гнездах *Lasius*?

Как мы уже говорили, многие виды муравьев питаются сахаристыми экскрементами тлей и щитовок (медвяной росой, или падью). Оказалось, что строительная активность муравьев резко возрастает при добавлении в пищу сахара; если корма мало, муравьи возводят тонкие ломкие стены. Опыты с подкрашенным красным пигментом сиропом показали: вскоре после введения в рацион муравьев подкрашенной пищи на свежеизготовленном картоне появлялись красные прожилки, а позже весь новый участок гнезда оказывался окрашенным в ярко-красный цвет — очевидно, муравьи при изготовлении картона использовали концентрированный раствор сахара как связующее вещество. Последующие опыты с меченым радиоактивными изотопами сахаром выявили, что у насекомых сахар даже не попадает в пищеварительный тракт, они приносят его на стройплощадку в зобиках. То, что строители используют в качестве связующего материала питательное вещество, может показаться расточительством. Но поскольку падь у муравьев имеется в почти неисчерпаемых количествах, этот способ биологически оправдан. Иначе пришлось бы это питательное вещество путем метаболизма переводить в клеющий секрет.

Сахар выполняет в картоне еще одну важную функцию: он служит пищей для определенного гриба, который регулярно встречается в картонных гнездах и, по-видимому, только в них. Его мицелий сообщает легкому материалу повышенную прочность, создавая живой скелет всего сооружения.

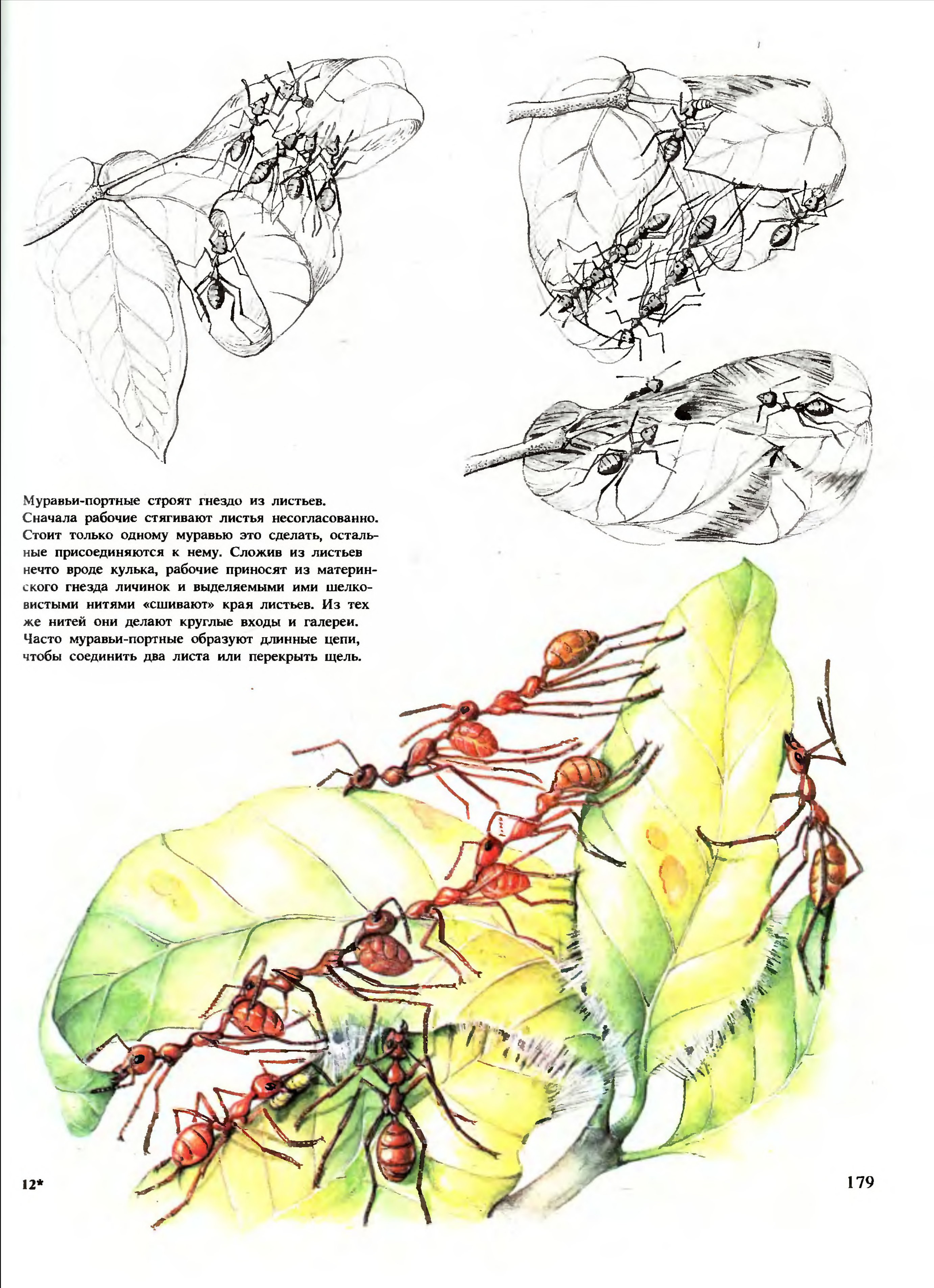
Картонные гнезда встречаются чаще у тропических муравьев, чем у европейских. В тропиках насекомым не мешают низкие температуры, поэтому картонные постройки нередко находятся не в укрытии, а прямо в кронах деревьев тропического леса. Такое расположение хорошо защищает их от периодически случающихся в этих местах наводнений. Внешне эти гнезда напоминают гнезда тропических ос, но не так прочны. Применяется ли в их строительстве сахар, не известно.

Муравьи-портные

Тропические муравьи кроме картонных гнезд возводят в кронах деревьев и другие постройки. Самую поразительную работу делают, без сомнения, африканские и южноазиатские муравьи-портные (род *Oecophylla*). Они селятся в кронах деревьев и кустарников и используют их листву для сооружения стенок своих округлых гнезд. Отдельные листья муравьи соединяют плотной шелковистой паутиной. Ученым не сразу удалось разгадать тайну этих конструкций, так как взрослые муравьи не имеют прядильных желез. Такие железы есть у их личинок, как и у личинок многих других насекомых, свивающих себе плотный кокон перед окукливанием. Но в отличие от подвижных гусениц личинки муравьев лежат в глубине гнезда более или менее неподвижно. Во всяком случае, они заведомо не способны взбираться на листья и скреплять их паутиной. И все же паутинная ткань в гнездах муравьев-портных получается из личиночных прядильных желез. Процесс сооружения этих гнезд — один из самых удивительных приемов строительства в животном мире, к тому же один из немногих примеров использования животными инструментов.

Когда рабочие муравьи найдут место, подходящее для сооружения гнезда, они хватают челюстями соседний лист и начинают подтягивать его к листу, на котором стоят. Лист подтягивается сразу в нескольких точках, через некоторое время группы муравьев собираются в наиболее удобных местах и работают сообща. Подтягивая лист, рядок муравьев замирает порой в такой позе на целый час. Местные жители используют это поведение насекомых в медицинских целях — чтобы стягивать края открытых ран. Если для одного муравья щель между листьями слишком широка, несколько рабочих, охватив челюстями «талию» переднего насекомого, образуют живой мостик. Наблюдали цепи из восьми особей, за поразительно короткое время стягивавшие края двух листьев или заворачивавшие край одного листа.

Тем временем на стройплощадку приходят другие рабочие, каждый из них несет в челюстях беловатую личинку. Пощекотав передний конец личинки усика-



Муравьи-портные строят гнездо из листьев. Сначала рабочие стягивают листья несогласованно. Стоит только одному муравью это сделать, остальные присоединяются к нему. Сложив из листьев нечто вроде кулька, рабочие приносят из материнского гнезда личинок и выделяемыми ими шелковистыми нитями «сшивают» края листьев. Из тех же нитей они делают круглые входы и галереи. Часто муравьи-портные образуют длинные цепи, чтобы соединить два листа или перекрыть щель.

ми, они заставляют ее выпустить паутинную ниточку. После этого муравьи прижимают ротовой конец живого челнока к краям то одного, то другого из соединяемых листьев, приклеивая к ним шелковую нить и создавая таким образом прочную ткань, основательно скрепляющую стенку гнезда. Муравьи-портные используют своих личинок одновременно и как прялку, и как челнок — пожалуй, это самый удивительный из немногочисленных примеров использования в животном царстве орудий труда.

Для сшивания листьев пригодны лишь личинки третьего возраста, увеличенные слюнные железы которых дают паутинный секрет. Личинки большинства родственных видов муравьев свивают себе кокон, но куколки шестиногих портняжек остаются голыми. Их паутинный секрет используется исключительно для строительных целей. Некоторые другие тропические виды, родственные муравьям-портным, также используют личинок как поставщиков строительного материала. Но их сооружения отличаются от только что описанных: порой они очень похожи на хорошо замаскированный шелковый мешочек. Итак, у всех этих муравьев не только личинки целиком и полностью зависят от помощи взрослых, но и взрослые особи, точнее вся семья, нуждаются в помощи личинок.

Термиты — великие архитекторы

На первый взгляд термиты кажутся очень похожими на муравьев. И у тех и у других гнезда полнятся множеством бескрылых рабочих особей разных каст, и те и другие живут главным образом в почве, из гнезд тех и других время от времени вылетает много крылатых (половозрелых) особей. Поэтому термитов раньше называли белыми муравьями, но название это явно неудачное, так как термиты вовсе не родственны муравьям. Они скорее ближе к тараканам.

Социальная жизнь термитов началась 200 миллионов лет назад, то есть значительно раньше, чем у муравьев и пчел. У нее есть свои особенности в отношении организации работ в гнезде и техники строительства. Червеобразные личинки общественных перепончатокрылых (ос, пчел и муравьев) совершенно не способны активно помогать взрослым, а личинки термитов усердно трудятся в гнезде. Это возможно потому, что термиты относятся к насекомым с неполным превращением, при котором отсутствует стадия неподвижной куколки. Их метаморфоз совершается небольшими этапами, и при каждой линьке личинки становятся все больше похожими на взрослых особей. Различные касты рабочих особей — у термитов, как и у муравьев, имеются солдаты, мелкие и крупные рабочие, другие касты — всю жизнь остаются «подростками», их половые органы так и не созревают. Яйца кладет обычн только одна самка, так называемая «царица».

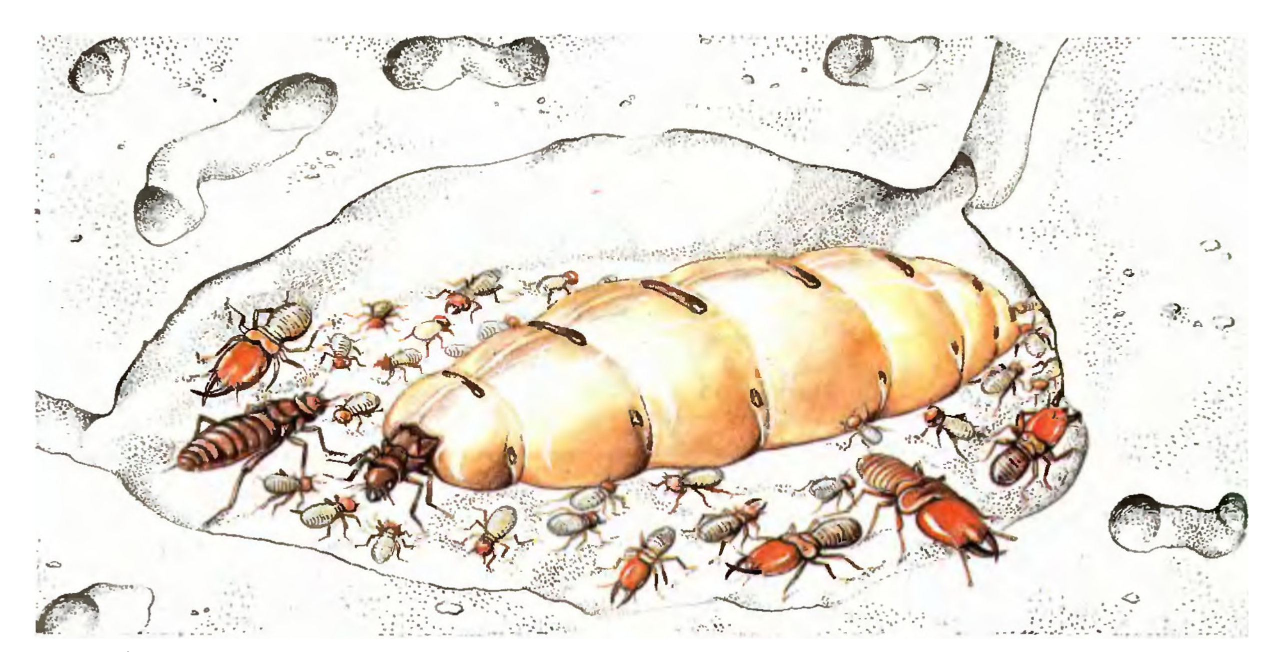
У ос, шмелей, пчел и муравьев самцы играю эфемерную роль. Оплодотворив молодую самку, он выполнили свою функцию и больше не нужн семье. У термитов же среди рабочих, солдат и други каст есть и самцы, и самки, правда неразмножаю щиеся, но выполняющие все остальные функци Важную роль в жизни термитника играет и «царь» Он связан с «царицей» на всю жизнь, а у боле высокоразвитых видов даже замурован вместе с не в специальном помещении, которое эта «монарша чета» никогда не покидает. Самка и не могла б выйти из камеры, так как ее брюшко, целико специализированное на производстве яиц, раздут до невероятных размеров. «Царицы» некоторы видов ежедневно откладывают более 40 000 яиц Самец и самка спариваются многократно. Нередк они живут более 10 лет. Сама семья, а значит, ее постройки теоретически бессмертны, так ка репродуктивные особи могут быть заменены членам небольшой касты заместителей.

Не исключено, что семьи термитов могут суще ствовать по нескольку сотен лет. Но чаще он гибнут из-за природных катастроф, например навод нений или пожаров. Постройки термитов разрушаю и их естественные враги — южноамериканские му равьеды или африканские трубкозубы, разрывающи термитники своими острыми, как резцы, когтями чтобы поживиться их обитателями. Но естественны враги редко полностью уничтожают семью термитов

Разрушители древесины

В начале века в небольшом городке на юге Франци играли веселую свадьбу. В самый разгар празднеств внешне крепкое деревянное здание внезапно рухнуло как карточный домик. Гости и молодые провалилис с третьего этажа через межэтажные перекрытия подвал. Были убитые и раненые.

В южных широтах известно немало подобны случаев. Это работа термитов, которые полность выгрызают изнутри балки человеческих построек не портя их внешнего вида. Такие термиты живу исключительно в сухой древесине и питаются ею, так что их вполне справедливо опасаются как самых страшных разрушителей деревянных конструкций. Ведь хорошо высушенные доски и балки домов — идеальное место обитания для термитов. Правда, в Центральной Европе их можно не опасаться, здесь для термитов слишком холодно. Но в теплых областях земного шара вплоть до последних десятилетий человек оставался бессильным перед разрушительной прожорливостью термитов. Со временем химическая промышленность стала выпускать довольно эффективные средства борьбы с ними. Но вред, приносимый термитами, не должен заслонять того факта,



Вскрытая брачная камера африканских термитов *Macrotermes*. «Царица» с ее большим брюшком полностью специализирована для производства яиц. Ее обслуживают рабочие и личинки. Слева — «царь», на переднем плане — солдаты с огромными челюстями.

что эти поедающие мертвую древесину насекомые выполняют важную роль в природе.

Живущие в древесине примитивные формы термитов всей семьей грызут дерево, причем, как и муравьи-древоточцы, они следуют структуре субстрата, выгрызая слепые ходы и камеры. Некоторые из пустот используются для накопления экскрементов. Эти виды живут полностью отгороженными от внешнего мира и проделывают выходные отверстия из гнезда только тогда, когда надо выпустить крылатых особей. Другие виды *Cryptotermes* сохраняют постоянные выходы, через них они выбрасывают отходы. Поразительная параллель с древесными муравьями: и у термитов имеются солдаты, которые своими головами закупоривают входные отверстия. Совпадения в устройстве гнезд у термитов и муравьев на этом не кончаются. И у термитов встречаются свободно висящие на деревьях картонные гнезда, очень напоминающие гнезда тропических муравьев.

Но в отличие от муравьев термиты способны усваивать отгрызенные кусочки древесины. Правда, переваривать древесину самостоятельно они не могут, так же как муравьи. В разрушении неусвояемой целлюлозы им помогают жгутиковые и бактерии — одноклеточные организмы, живущие в желудочно-кишечном тракте термитов. Избыток кишечных микроорганизмов переваривается термитами, которые таким образом получают необходимый им для жизни белок.

От подземной пещеры к высотным сооружениям

Термиты питаются не только древесиной, в их меню входят также различные перегнившие вещества, животные и растительные продукты, в том числе грибы (об этом уже шла речь в разделе о грибоводстве у муравьев и термитов). Грибные сады термиты устраивают и в подземных камерах, и в больших холмообразных сооружениях. Ничего удивительного в этом нет, так как наземные постройки всегда возникают из глубины. Молодое гнездо несколько лет может существовать под землей, прежде чем на поверхности появятся первые признаки купола. Обычно это бывает после сильных дождей, размягчающих землю и облегчающих строительные работы. Строительство может быть продолжено через несколько недель, месяцев, а то и лет, когда почва вновь окажется пригодной для обработки. С течением времени у некоторых видов подземное гнездо со всеми его камерами и ходами «демонтируется» и смещается внутрь наземного купола. Но у большей части видов сохраняются и подземные сооружения.

Проникнуть внутрь термитника непросто. Твердая как камень наружная оболочка с трудом поддается порой даже кайлу или лому. У разных видов она состоит либо из экскрементов термитов, либо из смеси экскрементов с землей, либо из земли, смешанной со слюной. Под цементоподобной наружной оболочкой наблюдатель увидит стройную систему помещений, гораздо более упорядоченную, чем в муравейнике. В термитниках более примитивных видов камеры приблизительно одинаковой величины и строения разбросаны нерегулярно; по ним может

Постройки общественных насекомых, без сомнения, самые совершенные сооружения из существующих в мире животных.
77 Гнездо шершней (*Vespa crabro*) строится обычно из гнилой древесины дуба и потому окрашено в красновато-коричневый цвет (здесь оно вскрыто).

Гнезда складчатокрылых ос, ведущих социальный образ жизни, построены из бумаги, которую осы делают из пережеванной и смешанной со слюной древесины.
78 Складчатокрылая оса соскребает волокна древесины с выветренной поверхности ствола.

Окраска гнезда зависит от исходного материала.
79 Бумажные постройки мелких складчатокрылых ос состоят из древесных волокон разного происхождения и потому часто выглядят полосатыми, как, например, гнездо саксонской осы (*Dolichovespula saxonica*).
80 То же гнездо вскрыто. Многослойная и потому хорошо изолирующая оболочка окружает четыре этажа сотов из бумаги. В нижнем соте лишь несколько ячеек, занятых яйцами и молодыми личинками. Часть ячеек верхних этажей закрыта белыми крышечками, свитыми личинками перед окукливанием.
81 Куколки и готовые к выходу осы в разрезанном соте.
82 Чтобы открыть крышечку и выбраться из ячейки, молодой осе нужно несколько часов.

Гнезда тропических ос «спроектированы» по-разному и построены из различных материалов.
В более совершенных типах гнезд множество расположенных этажами сотов, они окружены оболочкой. Этот тип строения осуществляется двумя способами.
83 В гнезде южноазиатской *Vespa analis* соты подвешены один к другому на столбиках (несущей колонне), как у европейских видов (см. фото 80). Этот тип называют гнездом с внутренним «скелетом».
84 Бичевидное гнездо бразильской осы не имеет наружной оболочки. Вытянутые в одну линию ячейки сделаны из бумаги и для защиты от влаги пропитаны смолоподобным веществом.

А некоторые южноамериканские виды снабжают свои гнезда плотной наружной стенкой из картона, на которой укрепляют соты (тип гнезда с внешним «скелетом»).
85 Картонное гнездо бразильской осы *Chartergus* (вскрыто). В середине каждого сота находится ход, как раз на том месте, где в гнезде с внутренним «скелетом» помещается несущая колонна.

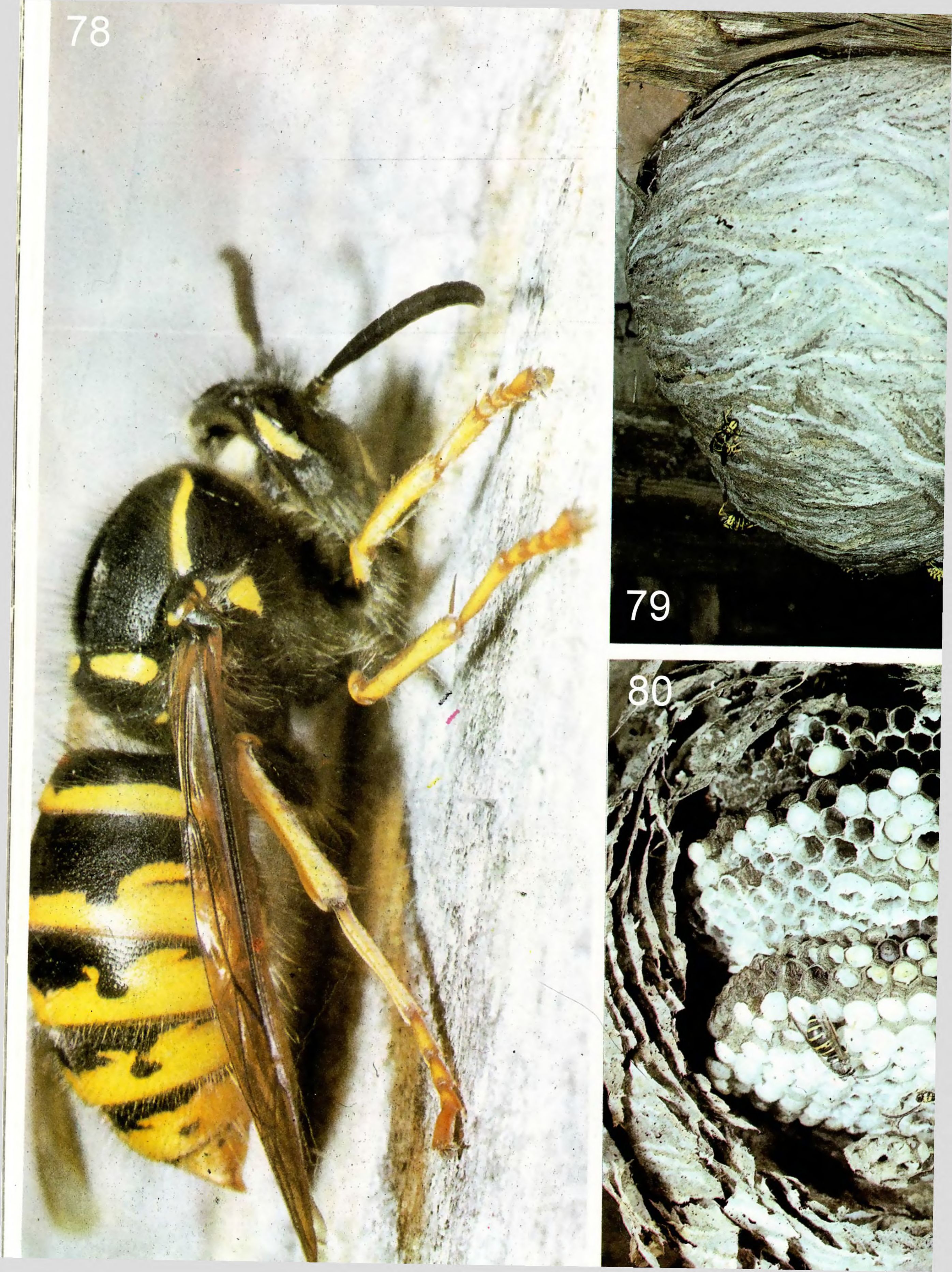
Кроме картона гнезда такого типа строятся и из глины.
86 «Керамическое» гнездо одного из видов *Polybia*, Венесуэла. Пятна на стенке гнезда возникли там, где в нее встроена глина, принесенная из разных мест.

Шестигранная форма ячеек в пчелином соте по сравнению с другими формами гарантирует самый экономный расход материала и максимальную емкость. Обычный сот, на строительство которого идет около 40 г переработанного воска, вмещает свыше 2 кг меда.
87 Рабочие особи медоносной пчелы (*Apis mellifera*) на запечатанных ячейках с медом. Валики, идущие по краю ячеек, состоят из не использованного в постройке воска.
88 Расплодный сот с белеющими в ячейках яйцами и личинками разного возраста. Крупные личинки вскоре окуклятся.

Большинство муравьиных гнезд находится под землей, так что на поверхности часто нет никаких признаков их существования.
89 Некоторые виды муравьев сваливают вынутый грунт в холмик перед входом в гнездо. Этот земляной холмик затем может быть пронизан ходами и полостями, так что между подземной и наземной частями гнезда есть невидимый глазу переход.
Европейские дерновые и садовые муравьи заваливают вынутыми комочками земли траву, возводя таким образом всем знакомые земляные кочки в садах и на лугах.
90 Гнездо черного садового муравья (*Lasius niger*) (вскрыто). Личинки и куколки содержатся в камерах с подходящим микроклиматом, и при разрушении гнезда их в первую очередь пытаются спрятать от опасности.
91 Гнездо рыжего лесного муравья тоже имеет внутри множество камер и простирается глубоко под землю. Купол гнезда служит в первую очередь для улавливания солнечных лучей и сохранения тепла, поэтому в тенистых лесах муравьи сооружают более высокие купола.

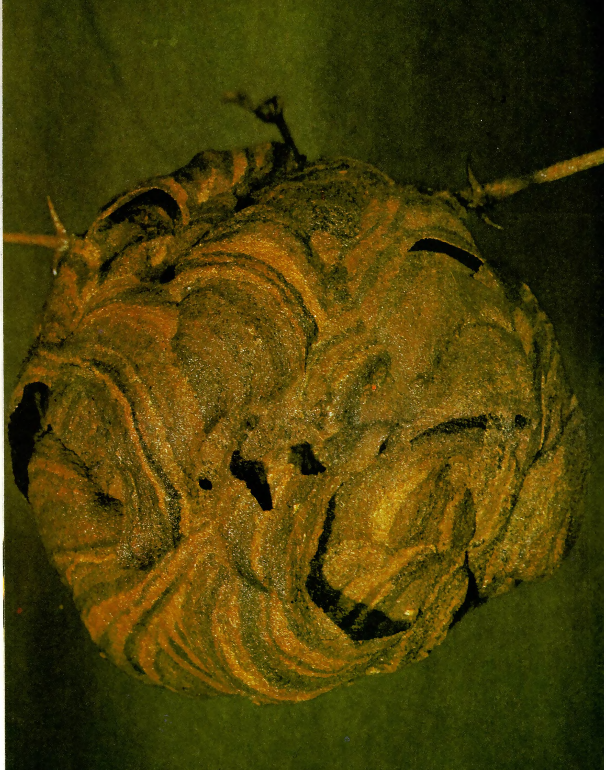
Самые крупные и самые прочные постройки среди общественных насекомых возводят термиты.
92 Термитник высотой 3 м, север Австралии. Термиты с их нежными покровами вынуждены защищать себя от иссушения с помощью столь громоздких сооружений. Для добывания воды они роют глубокие колодцы.


77

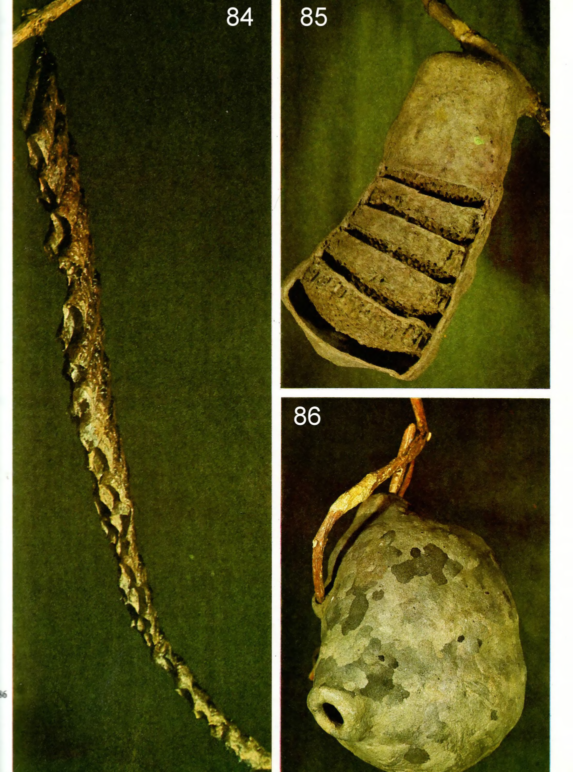

78
79
80

81

82



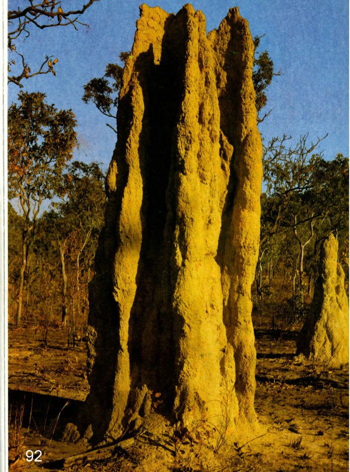
83

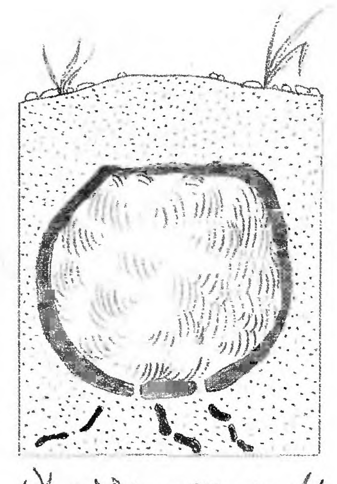

84
85
86

87

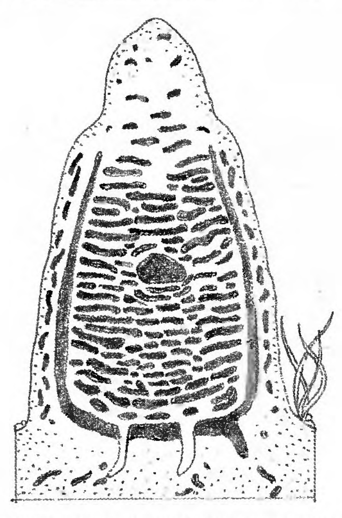
88


89
90
91









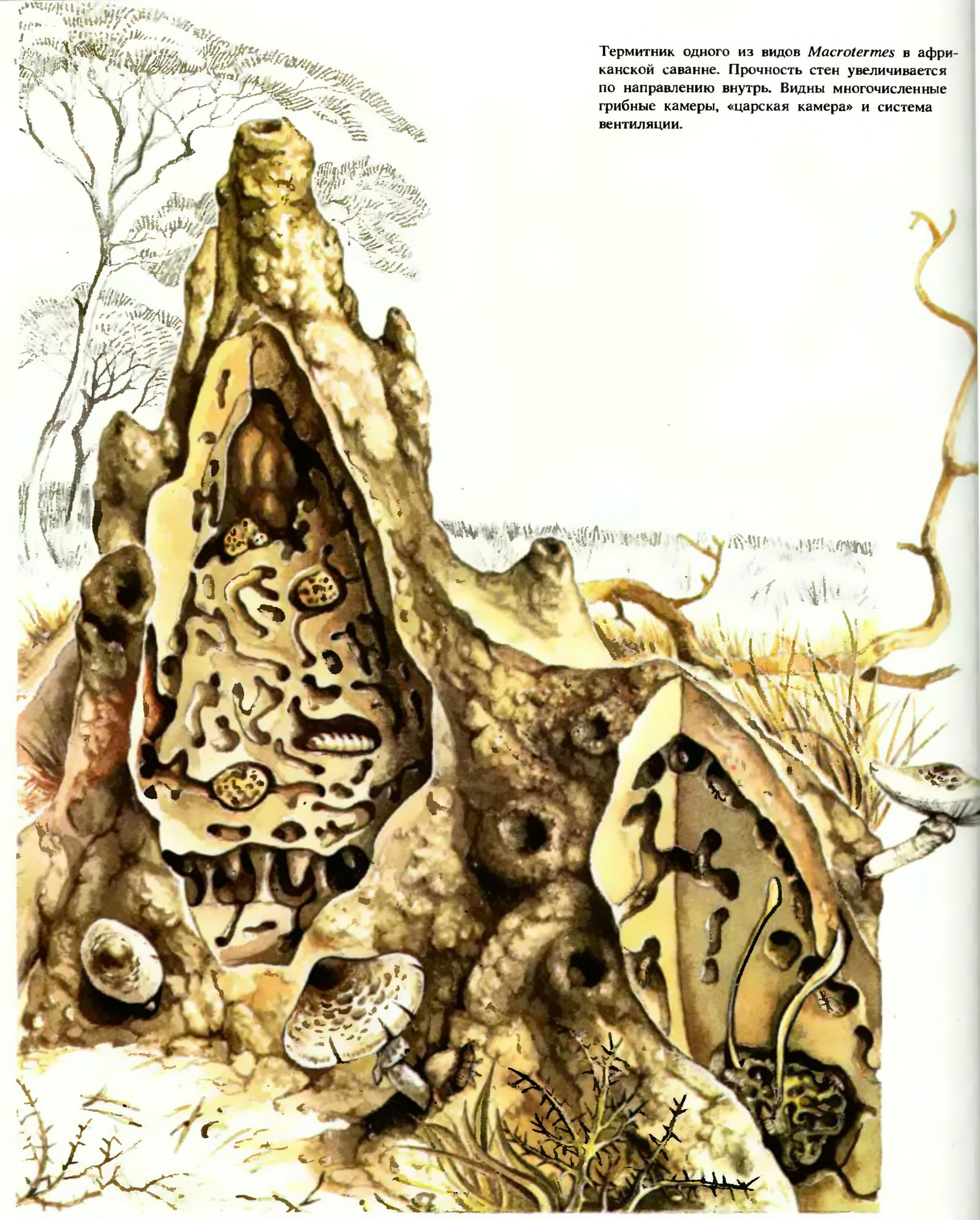
Последовательные этапы превращения подземного гнезда термитов *Cornitermes* в гнездо с наземным куполом.

свободно расхаживать «царица». Напротив, в постройках высокоразвитых видов царская пара замурована в специальном помещении в центре гнезда. Вокруг расположен слой более широких и низких камер, в которых находятся яйца и молодые личинки. Далее идет жилая зона, где держатся преимущественно старшие личинки. Если эти термиты разводят грибы, здесь же находятся и грибные камеры. В этой же зоне имеются помещения для запасов и складывания отходов. В наружном панцире термитника обычно проходит множество мелких и крупных вентиляционных каналов, необходимых миллионной семье в условиях тропического климата.

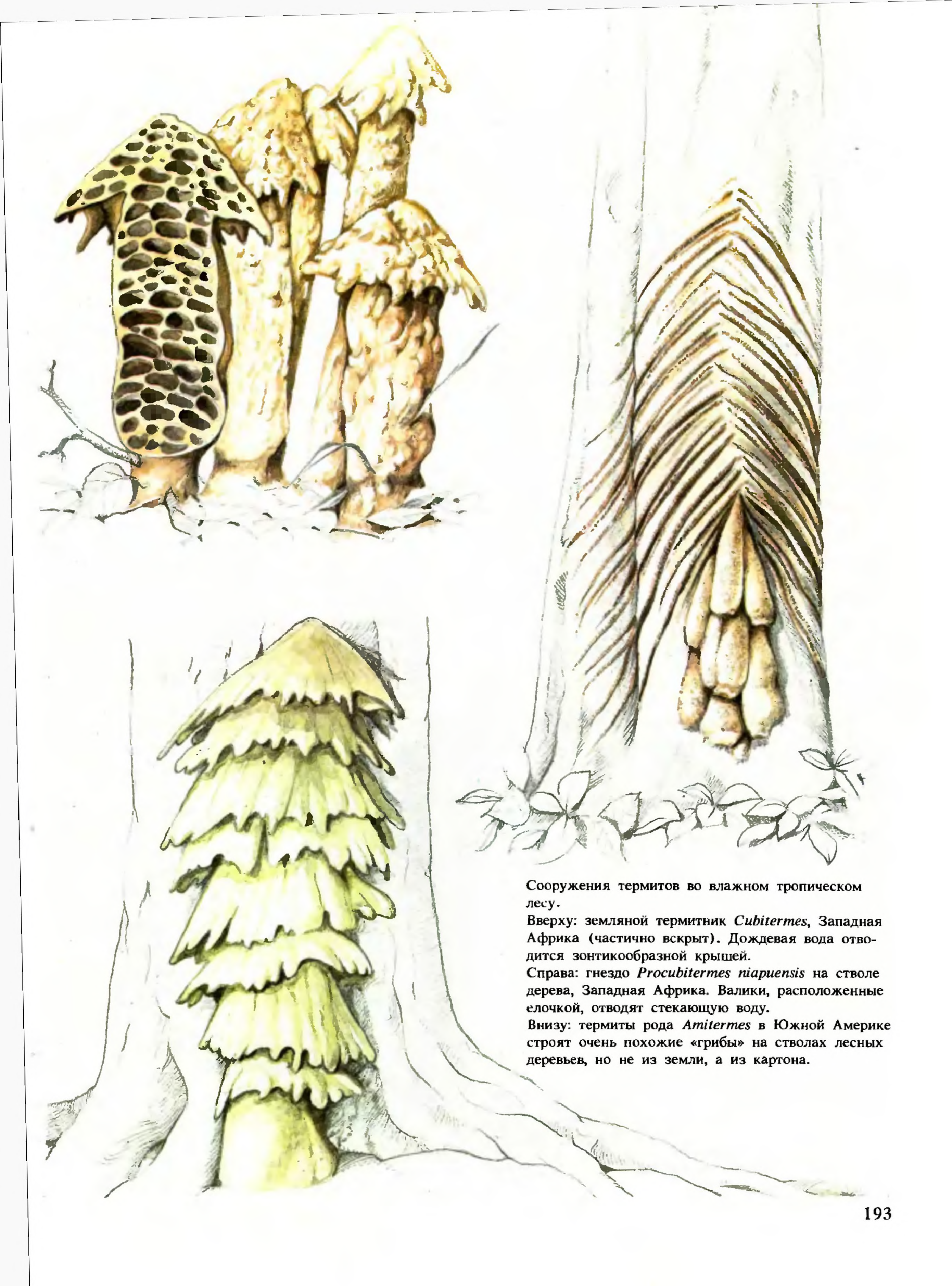
Термитники и климат

Наружные покровы термитов очень нежны, они не переносят иссушения. Термиты могут жить только там, где имеется защита от прямых лучей солнца, но в то же время достаточно тепло и сохраняется высокая влажность. Строя гнезда, термиты сами создают себе такие условия. Внутри гнезд держится почти постоянная температура, относительная влажность достигает 90—98%. Правда, многие термиты вынуждены периодически выходить из-под защиты гнезда на поиски древесины, перегноя или других веществ, содержащих целлюлозу — пищу для кишечных симбионтов. Лишь у немногих видов в покровах присутствуют темные пигменты, защищающие от солнечного света. Проблему можно было бы разрешить, выходя за провиантом только по ночам, но ночного времени часто бывает недостаточно, чтобы собрать корм для столь крупной семьи. Кроме того, во многих областях даже ночью воздух слишком сух для термитов. И здесь им помогают их строительные способности: термиты-рабочие либо прокладывают подземные туннели к участкам сбора пищи, либо строят крытые галереи к ним, часто тянущиеся на десятки метров от гнезда. Термиты всегда ведут свои галереи к богатым источникам фуража и потому для сбора и поедания пищи им не приходится покидать свои постройки с их кондиционированным климатом.

Галереи, как и гнезда, могут быть построены из комочков земли и кусочков древесины, скрепленных экскрементами или слюной в прочный строительный материал. При этом рабочие удивительно быстро ремонтируют любые повреждения своих строений (см. рис. на с. 48). Так, на Кубе местные термиты постоянно удивляли меня, полностью восстанавливая разрушенные на протяжении многих метров галереи с помощью черной картоноподобной массы. Термиты, исходно жившие, вероятно, в лесной подстилке в теплом и влажном климате, благодаря строительству гнезд и дорог смогли завоевать новые жизненные пространства даже в сухих районах, например в степях и пустынях. Но для этого необходимо иметь доступ к грунтовым водам. В пустынных местностях, например в Каракумах, как сообщают, колодцы термитов уходят вглубь более чем на 100 м; во всяком случае, точно отмечены колодцы глубиной 40 м. При слишком большой сухости



Термитник одного из видов *Macrotermes* в африканской саванне. Прочность стен увеличивается по направлению внутрь. Видны многочисленные грибные камеры, «царская камера» и система вентиляции.



Сооружения термитов во влажном тропическом лесу.
Вверху: земляной термитник *Cubitermes*, Западная Африка (частично вскрыт). Дождевая вода отводится зонтикообразной крышей.
Справа: гнездо *Procubitermes niapuensis* на стволе дерева, Западная Африка. Валики, расположенные елочкой, отводят стекающую воду.
Внизу: термиты рода *Amitermes* в Южной Америке строят очень похожие «грибы» на стволах лесных деревьев, но не из земли, а из картона.

рабочие термиты отрыгивают воду на стенки камер с потомством, повышая таким способом влажность воздуха.

К различным климатическим условиям огромной области своего распространения (тропический и субтропический пояс Земли) термиты приспосабливаются с помощью специфических для каждого вида строений. Так, гнезда обитателей африканских джунглей поливают периодические ливни. Живущие здесь термиты рода *Cubitermes* прикрывают свои земляные холмы многослойными защитными крышами, похожими на кровли восточноазиатских пагод. Другие гнезда напоминают огромные грибы со шляпками.

Подобные же крыши, только из другого материала (картоноподобной массы), возводят некоторые виды рода *Amitermes*, живущие в аналогичных условиях в тропических лесах Южной Америки. И здесь верхний «зонтик» гнезда отводит воду от расположенного под ним жилого комплекса. У *Cubitermes*, живущих в засушливых местностях, подобных «зонтиков» нет, так что они действительно предназначены защищать от дождя, а не от солнца.

Термитам австралийских степей приходится опасаться не постоянных ливней, а солнечного зноя. Компасные термиты (*Amitermes meridionalis*) борются с этой опасностью, по-особому сооружая и ориентируя свои гнезда. Их термитники, имеющие в высоту до 5 м, а в ширину 3 м, выглядят словно сплющенные с боков. Узкие «фронтоны» всегда направлены точно на север и юг, поэтому в полдень солнце освещает лишь небольшую часть поверхности, а на широкие стороны термитника его лучи падают только утром и вечером, когда они не так горячи. Так предотвращается опасный перегрев гнезда в полуденную жару. Кроме того, в эти часы термиты со своим потомством перебираются на неосвещенную сторону гнезда. А тепло, собранное обширными боковыми поверхностями термитника, обеспечивает оптимальную температуру внутри гнезда в довольно прохладные порой утренние часы и в холодное время года.

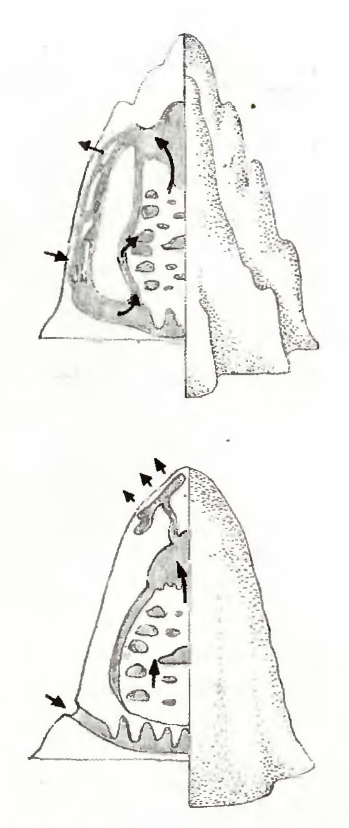
Важное требование, которое должно выполняться тем или иным способом во всех постройках термитов, — это наличие мощной вентиляции. В гнездах живут миллионы особей, движущихся, дышащих, так или иначе расходующих кислород. Ученые измеряли потребность одного термитника в кислороде. Без доступа свежего воздуха его обитатели не прожили бы и половины дня. Но в прочной наружной оболочке не видно отверстий. Как же работает вентиляционная система термитника?

Проще всего это объяснить для некоторых видов *Odontotermes* и *Macrotermes*, из построек которых поднимаются высокие «печные трубы». Эти трубы, открытые сверху, проходят все гнездо насквозь до почвы и там слепо заканчиваются. Прямых отверстий из трубы в гнездо нет, но стенка между воздушным



Сооружения австралийских компасных термитов

компасных термитов





Действие системы вентиляции в гнезде *Macrotermes*.
Слева: вверху — термитник из Восточной Африки, внизу — термитник того же вида из Западной Африки с иным устройством вентиляционной системы.
Справа: направление воздушных потоков днем (левая половина) и ночью или рано утром (правая половина).

ходом и внутренними частями гнезда очень тонка и, возможно, пропускает воздух. Трубы явно служат для вентиляции, но их точный способ функционирования еще не изучен. Однако и без научных исследований местные жители используют эти термитники как кухонные печи, причем башенковидные надстройки прекрасно выполняют роль дымоходов.

Лучше изучены вентиляционные устройства в постройках африканского вида *M. bellicosus*. По наружной стороне их термитников в Западной Африке проходит ряд выступающих вертикальных ребер, пронизанных множеством тонких воздушных канальцев. Вверху и внизу они соединяются в каналы толщиной с руку, ведущие внутрь гнезда. Нижние каналы заканчиваются в «подвале» — обширном пустом пространстве под гнездом. Над подвалом на конических опорах покоится центральная часть гнезда с выводковыми и грибными камерами. Под куполом термитника находится другая полость, куда заходят верхние широкие каналы из наружных ребер. Термитам в отличие от ос и пчел не приходится тратить силы на поддержание постоянного тока воздуха. Их вентиляция действует автоматически.

Естественно, там, где много животных скучено в небольшом пространстве — в центре гнезда, — температура повышена. Тепло выделяется и при процессах брожения в грибных камерах. Теплый воздух, поднимаясь вверх, попадает сначала в широкие каналы, затем в систему тонких канальцев наружных ребер. Их стенки пористы, так что углекислый газ может здесь выходить наружу, а кислород поступать внутрь. Система канальцев словно легкие термитника. Воздух в них при контакте с наружным охлаждается и опускается в подвал. Отсюда тяга поднимающегося теплого воздуха подсасывает его в гнездо, и круговорот повторяется.

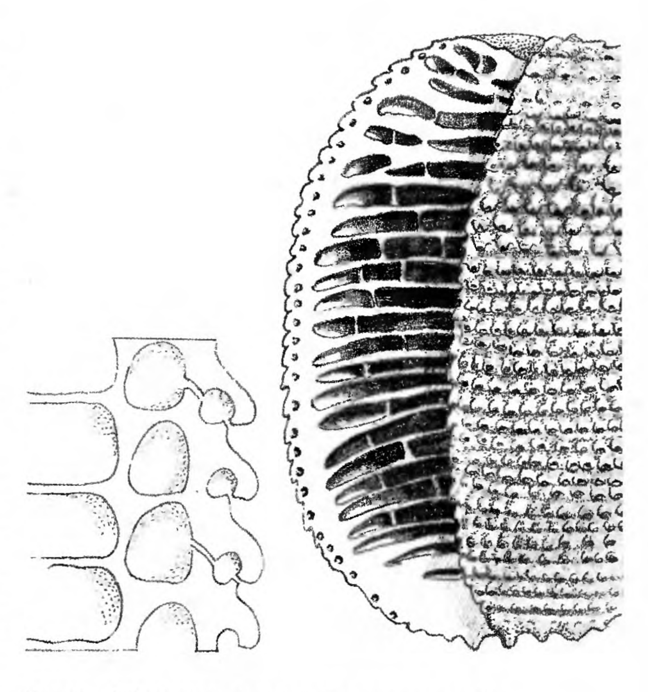
Но таким образом вентиляция действует только ночью и ранним утром, когда снаружи прохладно и воздух в ребрах холоднее, чем в гнезде. Днем ток воздуха идет в обратную сторону. Солнце нагревает воздух в «ребрах», он поднимается вверх, попадает в помещения гнезда и благодаря возникающей тяге через подвал снова в канальцы. Пустив в поток воздуха дым, можно проследить его медленное движение.

Интересно, что термиты того же вида на востоке Африки строят несколько иные системы вентиляции.

В их постройках нет наружных ребер с системой канальцев. И здесь нагретый воздух из внутренних помещений поднимается вверх, но оттуда через каналы поступает в плоские камеры, лежащие сразу под внешней оболочкой термитника. Через пористые стены воздух может выйти наружу. Свежий воздух поступает из подвала, соединенного широкими воздушными каналами с наружным воздухом. Стенка подвала снабжена тончайшими порами, пропускающими воздух, так что через гнездо создается постоянный поток необходимого животным свежего воздуха. Обе системы вентиляции, видимо, действуют одинаково успешно. Почему и каким образом возникли эти географические различия у одного вида, мы не знаем.

Вентиляционные устройства и типы построек других термитов менее разнообразны. Так, у термитов рода *Apicotermes* в пределах одного вида отличий в строении гнезд нет. Но между гнездами разных видов есть существенные различия, позволяющие понять, как более сложные формы произошли из менее сложных. Здесь исследователям предоставляется редкая возможность реконструировать эволюционные связи внутри рода на основании различий в постройках. Оказывается, такую работу легче выполнить по «окаменевшим формам поведения», чем по внешнему облику обитателей гнезд. Есть даже вид, гнезда которого известны, а сами строители еще не описаны. И гнездо этого вида без затруднений находит место в эволюционном ряду. Термиты рода *Apicotermes* живут под землей на глубине около полуметра в гнездах размерами от яйца до футбольного мяча. На поверхности нет никаких следов присутствия их гнезда. Термиты этого рода встречаются только в африканских джунглях и влажных саваннах, где в период дождей почти ежедневно выпадает большое количество осадков. Если учесть, что многие тропические почвы быстро насыщаются водой, то становится понятной необходимость развития в этих условиях мощных вентиляционных систем.

За тысячи и миллионы лет приспособительной эволюции в стенках гнезд возникли сложные системы пор, каналов и кольцевых ходов, соединяющих внутренние части гнезда с внешним миром. Эти полости слишком узки, чтобы туда проникали термиты, и служат лишь для циркуляции воздуха. На наружной стороне гнезда имеются бороздки, бляшки и кольцевые выступы, которые, видимо, должны препятствовать забиванию пор. Сами гнезда окружены воздушной прослойкой или лежат в пористом песчаном слое. Со времени открытия этих гнезд они постоянно вызывают удивление, так как каналы, поры и кольцевидные выступы сформированы так правильно, словно их делала машина. Некоторые ученые считают их вершиной строительного искусства у животных.



Гнезда *Apicotermes* (слегка схематизировано). Внешний вид гнезда *A. emersoni*, рядом — вскрытая стенка гнезда. Этажи соединены между собой балками и винтовыми лестницами, в толще стены — недоступные термитам кольцевые галереи, поры и щели, которые служат для вентиляции.

Методы строительства

Рабочий термит всегда действует только в небольшоі части сооружения. Он постоянно склеивает частиць песка и почвы, используя для этого собственны экскременты или слюну. Некоторые термиты даж все сооружение целиком возводят из затвердеваю щих экскрементов. Один склонный к сарказм наблюдатель назвал их гнезда «огромными клоаками термитов. Не очень удачное название, поскольк из этого материала построены как раз наиболе сложные гнезда *Apicotermes*.

Переходя на другой участок гнезда, строител исследует площадку усиками и продолжает работ в соответствии с местными условиями.

Трудно представить себе, как термиты воплощаю столь сложные строительные планы. Знакомитьс с ними путем обучения они не могут: «царская чета одна основывает новое «государство», выращива в маленькой камере первое потомство. Именно эт рабочие и сооружают потом типичное для вид гнездо. Они делают это точно так же, как их предки хотя никогда не видели готового термитника (лучш сказать, никогда его не ощущали, так как большин ство термитов слепы) и никогда не вступали в кон такт с предыдущим поколением строителей. По всей

видимости, техника строительства, по крайней мере основная ее часть, должна передаваться по наследству. Во всяком случае, возможность того, что тысячными отрядами строителей управляет некий центр, полностью исключается. «Царская чета» не может заниматься таким управлением — она целиком поглощена производством яиц и к тому же у многих видов заключена в прочную камеру. О том, «договариваются» ли рабочие во время строительства между собой, тоже ничего не известно. Хотя у термитов обнаружена сигнализация путем постукивания и выделения химических сигналов, но служит она исключительно для объявления тревоги или мечения дорог. И все же работа термитов выглядит целесообразно скоординированной. Да иначе и трудно себе представить, как бы они могли возводить термитники высотой 7 м с их рациональным внутренним устройством, особенно гнезда со сложной системой вентиляции, как у *Apicotermes*. Каким образом управляется эта совместная работа, как и благодаря чему сложный план строительства воплощается в жизнь, пока можно только предполагать. Точных сведений нет. Явно одно: хотя действия животных выглядят целесообразными, это не значит, что они предполагают существование разума.

Строительная деятельность как стратегия выживания

Всякое животное существует в определенной среде, а значит, не может не реагировать на различные раздражители этой среды. Условия жизни большинства животных подвержены значительным колебаниям — суточным, сезонным, многолетним. А для нормального функционирования организма необходимы по возможности более ровные условия (и внешние, и в особенности — внутренние). Совокупность сложных приспособительных реакций организма, направленных на поддержание относительного динамического постоянства его внутренней среды (например, постоянства температуры тела, определенного уровня глюкозы в крови, определенной концентрации тех или иных ионов в тканевых жидкостях), физиолог У. Б. Кэннон назвал гомеостазом (по-гречески homoios — одинаковый, подобный, а stasis — стояние). Это понятие широко используется и в других областях науки.

Строительную деятельность можно рассматривать как один из механизмов гомеостаза. Изменяя структуру окружающей среды, она дает организму возможность выполнять свои важнейшие функции. Постройки помогают отдельным индивидуумам выжить и вырастить потомство, что в конечном итоге способствует выживанию вида. Доказательств тому множество. Так, супруги Шмидт-Нильсены с помощью тщательных измерений и расчетов различных параметров среды и физиологических показателей знамехвостого кенгурового прыгуна (*Dipodomys spectabilis*) установили, что жизнь этого обитателя пустынь была бы просто невозможна без глубоких нор, куда он скрывается от невыносимой дневной жары, избегая тем самым опасных для жизни потерь влаги; на поверхность он выходит в поисках пищи лишь ночью.

Столь же необходимы постройки и другим строителям, поскольку составляют часть приспособлений, выработанных в ходе длительной эволюции вида. Откуда возникли программы поведения, обеспечивающие строительную деятельность животных, как происходит их становление в процессе индивидуального развития, чем они управляются и почему их развитие шло именно так, а не иначе — вот вопросы, которые мы обсудим в заключительной главе.

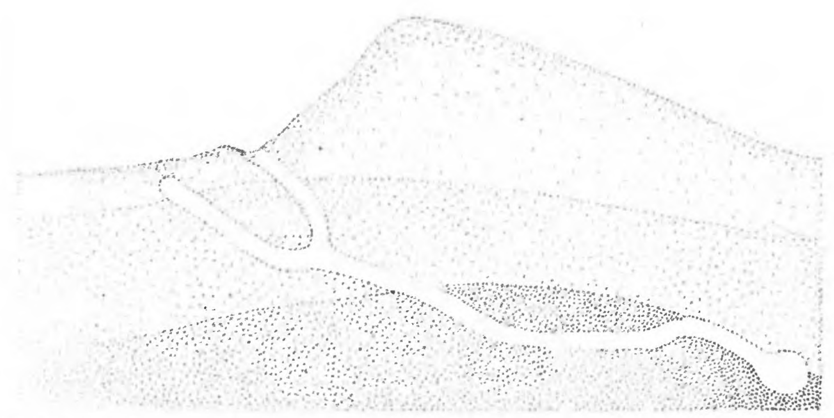
Генетические основы

Еще в 1762 году гамбургский пастор Раймарус в своем известном трактате «Общие размышления об инстинктах животных, главным образом об их искусстве строить» следующим образом попытал объяснить то, что мы теперь называем программ поведения: «Побуждение животных строить постоя но заставляет нас задаваться вопросом, как мог получиться, что животные без всякого предвар тельного опыта и рассуждений, не имея перед гла: ми примеров, не упражняясь, создают порой сра же после рождения характерные для своего ви сооружения, которые наилучшим способом обесг чивают им безопасность и продолжение рода».

Наиболее подходящий для нас пример — резу. таты экспериментов по скрещиванию маленьк попугаев неразлучников (*Agapornis*). Некотор неразлучники практикуют своеобразный спос транспортировки гнездового материала: они нес его к месту, облюбованному для строительст гнезда, не в клюве или лапках, как все другие птиц а воткнув травинки в свое оперение. Возможі такая странная манера возникла у этих птиц пото что при лазании они пользуются клювом. Красн щекий неразлучник (*Agapornis roseicollis*) клюв обрывает стебельки и травинки, полоски бумаги другой строительный материал и разлохмачивает с одного конца. Именно этим концом, за бахро которого цепляются крючочки перьевых бородок. втыкает птица соломинки в перья у себя на спин После этого она летит к гнезду, и строительні материал по дороге не теряется.

Фишеров неразлучник (*A. personata fishei* носит строительный материал в клюве. Если скре тить между собой оба этих вида, то гибриды перво поколения, хотя и тычут гнездовым материалом перья, но не выпускают его при этом из клюва, т что поначалу у них ничего не получается. Птиі бросают строительный материал, начинают рва новые полоски. Сами движения втыкания материа в оперение также зачастую неправильны. Пос многих попыток гибридные попугаи научают носить материал в клюве; в целом они проявля поведение, промежуточное между родительски формами.

За прошедшие два столетия накопилось множ ство новых сведений, возник даже особый разд науки — генетика поведения животных, — занима щийся решением целого комплекса вопросов. Ген тика поведения животных пытается, в частност выяснить, в каком гене (или генах) локализова наследственные основы определенных форм пове ния, с тем чтобы в конечном итоге научиться це направленно влиять на врожденные признаки.





Гребнепалый тушканчик и его нора в песчаной пустыне.
Верхний слой песка — сухой и подвижный; перемещаясь, бархан постоянно засыпает вход в нору. Средний слой состоит из влажного рыхлого песка; ниже — плотный влажный песок, в котором расположена жилая камера тушканчика. Только здесь он может переждать дневную жару — на поверхности потери влаги из-за испарения были бы смертельными. Благодаря строительной деятельности этот вид смог заселить места со столь суровыми условиями.

Многочисленные исследования показали, что есть гены, ответственные за несколько форм поведения (обладающие плейотропным действием). Это было, к примеру, обнаружено при изучении строительства нор кроликами. Имеются, однако, данные, убедительно показывающие, как различные гены влияют на один и тот же комплекс поведенческих реакций. Даже тогда, когда осуществляется строгая последовательность функционально связанных действий, как, например, при прядильной деятельности амбарной огневки (*Ephestia kuehniella*) или «гигиеническом» поведении медоносных пчел. Обычно пчелы открывают ячейки с больными личинками и удаляют их из улья. Есть семьи, в которых погибшее потомство оставляют в ячейках, закрывая их. Скрещивая пчел этих двух типов, получили как семьи, в которых пчелы открывали ячейки с больным потомством, но не удаляли личинок, так и семьи, в которых личинок удаляли только в тех случаях, когда ячейки были предварительно вскрыты (экспериментатором). Оба действия, нормально следующие одно за другим, очевидно, контролируются двумя независимыми генами.

Строительная деятельность в онтогенезе

В ходе индивидуального развития (онтогенеза) каждое животное должно воплотить генетическую программу в реальное поведение. Те или иные формы поведения сами по себе не наследуются, а развиваются в пределах врожденной нормы реакции (некоторого размаха допустимых вариаций). Одни формы строительного поведения могут проявляться сразу после появления животного на свет (они врожденны в буквальном смысле слова), другие созревают в ходе дальнейшего развития особи. Для их реализации животному нужно лишь время, а не обучение. При этом соответствующие органы могут «созревать» раньше, чем определенные формы поведения, и наоборот. Еще не окончательно сформировавшиеся движения можно ошибочно принять за «упражнение» — вспомним о молодых пауках, которые способны сплести характерную для вида сеть лишь после определенного числа линек (обычно они в это время покидают гнездо), а до того плетут несовершенные сети.

Любой комплекс строительного поведения состоит из нескольких составных частей. В онтогенезе в первую очередь созревает завершающее действие, а затем, этапами, и другие элементы поведения. Так, например, у птенцов большого баклана (*Phalacrocorax carbo*) сначала появляется конечный акт гнездостроения — встряхивание, а затем уже укрепление веток, подтаскивание их и т. д. Интеграция этих действий — не результат индивидуального обучения, а конечный итог процесса созревания соответствующих элементов поведения. В этой связи интересно отметить, что у взрослых птиц в ходе сезонных изменений поведения после окончания брачного периода происходит дезинтеграция строительных движений в обратной последовательности.

Однако строительная деятельность определяется не только врожденной программой поведения. На это указывал в своей книге еще Раймарус: «Побуждение строить у животных определено природой не во всех мелочах; животные способны вести себя при разных обстоятельствах по-разному, исходя из собственного опыта».

Опыт здесь приравнивается к научению, ему принадлежит — наряду с процессами созревания — важная роль в индивидуальном развитии особей

многих видов. Наблюдения за молодым вороном (*Corvus corax*) показали, что он обладал определенным набором строительных движений, но должен был научиться, как и в каком порядке ими пользоваться, чтобы строить. На первых порах он пытался использовать любой строительный материал — осколки стекла, обломки шифера, веточки, даже льдышки. Все эти предметы он пристраивал в облюбованном для гнезда месте, совершая резкие боковые движения клювом. Когда передвигаемый предмет встречал сопротивление, эти движения становились быстрее. Как только предмет застревал прочно, ворон прекращал свои действия. Очень быстро молодая птица поняла, что осколки стекла и шифера закрепляются плохо, а ветки — хорошо.

Другие птицы, например кваква, имеют врожденное знание о гнездовом материале, но должны научиться, где лучше всего строить гнездо.

Научение жизненно необходимо для выживания многих видов. Индивидуум в этом случае получает в наследство от родителей лишь «вооружение» для конструирования видоспецифических построек. Обязательное научение привязано у таких видов к определенным генетически запрограммированным временны́м отрезкам онтогенеза (чувствительным фазам), только в это время оно проходит успешно. Таким образом, имеется наследственно зафиксированное «расписание» научения.

Программы поведения и научение

Как мы только что видели на примере генетически закрепленной способности к научению, часто совсем не просто различить «врожденное» и приобретенное в результате научения. Эти трудности нас, однако, не должны смущать. Для нас важно, что обязательное научение может дополнять врожденные элементы поведения, особенно в тех случаях, когда информативное содержание раздражителей (например, различный гнездовой материал или места для устройства гнезда) неопределенно и не может передаваться генетическими механизмами. Врожденное поведение представляет собой исторически сформировавшееся приспособление вида к определенной среде, в то время как обязательное научение — жизненно важное приспособление отдельной особи к конкретным условиям ее существования. Обе формы приспособления — составные части решения главной задачи выживания организма: сохранить себя в своем потомстве.

Разные виды животных в разной степени способны к научению. У многих видов строительное поведение определяется в основном врожденной программой, они мало чему научаются. Преимущество таких строителей в том, что им не надо приобретать приспособленность ценой рискованных упражнений. Но с другой стороны, такой вид приспособления выгоден, только если условия среды, по которым «скроено» врожденное поведение, не меняются. Чем изменчивее среда, тем менее точно можно «предусмотреть» то или иное поведение в качестве приспособления. Меняющиеся условия среды требуют индивидуальной способности; к примеру, ворону не удалось бы заселить столь различные места обитания, как хвойные леса, арктическая тундра и песчаные пустыни, с их совершенно различными возможностями для гнездования и самым разным строительным материалом.

Чем выше животное на «родословном древе» животного царства, тем скорее можно ожидать у него способности к научению и соответственно большей независимости от меняющихся условий окружающей среды. При генетически запрограммированном поведении, напротив, всякое внешнее изменение будет снижать приспособленность. Это отчетливо видно на поведении роющей осы аммофилы, которая, если отодвинуть положенную ею у входа в гнездо гусеницу, открыв гнездо, отыскивает ее, опять кладет у входа и вновь «открывает» уже открытое гнездо; она может повторить это тридцать — сорок раз подряд, не «догадываясь» прямо втащить гусеницу в норку. Поскольку в нормальных условиях таких превратностей в жизни ос не бывает, жесткая врожденная программа поведения для них вполне приемлема. Однако такие жесткие стереотипы обязательны не для всех случаев жизни. Так, роющие осы проявляют удивительные способности к научению в отношении ориентации на местности. Улетая за 40, а то и за 100 м от гнезда, они запоминают весь путь (с добычей надо вернуться к гнезду), что предполагает дополнительную обработку собранной на лету информации о местности.

К наиболее впечатляющим врожденным программам строительного поведения относится, несомненно, «предусмотрительность» некоторых личинок насекомых, например живущих в древесине усачей, или дровосеков (Cerambycidae). Незадолго до окукливания они изменяют направление своих ходов, повертывая их к поверхности ствола, и окукливаются прямо под ней. Ведь жуки уже не в состоянии грызть древесину, как это делали личинки. Если бы личинки окукливались в глубине ствола, жукам не удалось бы выбраться на волю.

Подобную «предусмотрительность», когда научение, опыт явно никакой роли играть не могут, проявляют гусеницы некоторых бабочек, устраивающие в свиваемом ими коконе нечто вроде верши для задерживания врагов; но эта верша не мешает выходящей из кокона бабочке выбраться на свободу.

Действия животных обычно совершаются в определенном порядке. У роющих ос та или иная упорядоченная последовательность действий диктуется соответствующими ключевыми раздражителями. При-

чем каждый завершенный этап служит «пусковым устройством» для следующего. Если последовательность действий всегда определяется внешними стимулами, возможно перескакивание через какие-то этапы или повторение уже «отработанных» действий в случае отклонения стимулов от нормальной последовательности. Это невозможно, если поведение управляется внутренними (эндогенными) факторами — вспомним, как лисица «закапывала» мясо на голом полу или как свивал кокон шелкопряд. Каждое отдельное движение имеет здесь определенное место в запрограммированной стереотипной последовательности.

Там, где речь идет о научении, в большинстве случаев необходимы какие-то контрольные механизмы, гарантирующие, что приобретенный опыт будет содействовать сохранению вида. Заучиваются также новые комбинации важных стимулов, и индивидуальный опыт играет все большую роль.

Когда механизм внешнего ключевого раздражителя находится в самом организме, как у ряда ткачиков, которых вид зеленой травы стимулирует к строительству гнезда, тогда в управлении поведением очевидна роль гормонов.

Роль гормонов

Действие животного — не простая реакция на внешний раздражитель, а само животное никак нельзя приравнивать к автомату, который, если бросить в него монету, даст определенный ответ. В любое время животное строить не будет. Для этого необходим особый «настрой». Важную роль в создании этого настроя и в управлении строительной деятельностью играют гормоны.

Значение половых гормонов для брачного поведения известно, гормонами же стимулируются многие другие формы поведения, такие, например, как забота о потомстве и строительство гнезд, а также токовых беседок шалашников. Но вернемся к ткачикам: вид зеленой травы через нервную и гормональную системы активизирует деятельность половых желез, и выделяемые ими гормоны вызывают у птицы стремление строить гнездо. У наших певчих птиц увеличение длительности светового дня весной действует через особый механизм в гипоталамусе (отделе промежуточного мозга) и гипофизе (придаточной мозговой железе внутренней секреции) на рост половых желез и образование половых гормонов. Выделение женских половых гормонов, кроме того, стимулируется видом токующего самца. Самка реагирует на песни и ритуальные брачные движения и позы самца и начинает строить гнездо. Как действуют совместно отдельные факторы, хорошо показано Р. Хайндом в его экспериментах на канарейках. Наш рисунок наглядно демонстрирует, что причины и следствия брачного поведения неразрывно связаны с постройкой гнезда и в отрыве от этой деятельности не могут быть поняты. Воспринимаемые самкой стимулы от самца и от гнезда вызывают гормональные сдвиги, непосредственно влияющие на поведение. Так, качество пения самца канарейки явно сказывалось на качестве гнезда, построенного его партнершей! Один из эндокринологов (специалистов по изучению действия гормонов) сформулировал это взаимодействие следующим образом: «Гормоны влияют на поведение, а изменение поведения — на выделение гормонов».

Строительное поведение и эволюция

Те или иные формы поведения, в том числе строительного, возникли в ходе эволюционного развития видов, как и морфологические особенности, благодаря естественному отбору. По мере своего прогрессивного развития строительная деятельность менялась. Многообразие возникало прежде всего потому, что происходили мутации генов, несколько изменявшие признаки соответствующих индивидуумов, появлялись мутанты. Мутант с измененным строительным поведением мог при определенных условиях среды получить преимущество по сравнению с исходной формой. Нельзя только упускать из виду, что сами по себе признаки и свойства не могут быть выгодными или вредными: способность строить висячие гнезда выгодна для ремеза и невыгодна для пингвина. Варианты конкурируют между собой, проникают в новые местообитания, причем лучше приспособленные формы быстрее увеличивают свою численность. Селективное преимущество имеют те организмы, которые в данных условиях среды оставят после себя большее число потомков. Дарвиновскую «борьбу за существование» при этом следует понимать не как кровавую пробу сил соперников, а скорее как принцип «лучшее — враг хорошего».

Одна из закономерностей эволюции сводится к тому, что отбор благоприятствует тем организмам, которым требуется меньше затрат, чтобы оставить больше потомков по сравнению с другими членами популяции. (Имеются в виду затраты в самом общем смысле — прежде всего затраты времени, энергии и степень риска.) В ходе эволюции преимущества добивались виды, которым удавалось наиболее экономно решить эту проблему, пусть даже экономия на первый взгляд была незначительна, как в случае разных способов навивания шелковинки восьмерками при изготовлении кокона у многих личинок насекомых. Точкой приложения отбора было также качество строительного материала. Так, одна шелковая ниточка из сети паука выдерживает нагрузку в 4 г, а для почти вдвое более толстой шелковой нити гусеницы максимально допустимая нагрузка — 3,8 г. В нормальных условиях нити кокона гусеницы не



Влияние гормонов на строительство гнезда у канареек. (Знаком ♀ помечена самка, знаком ♂ — самец; стрелки изображают внешние стимулы, влияющие на поведение.)

а Весной более длинный световой день активизирует деятельность половых желез. Мужские половые гормоны (андрогены) вызывают пение и другие элементы брачного поведения (токование, например) у самца, что в свою очередь увеличивает выделение женских половых гормонов (эстрогенов) у его партнерши.

подвергаются и меньшим нагрузкам, вследствие чего здесь отбор был менее интенсивен, тогда как сети пауков должны постоянно выдерживать повышенные нагрузки. На примере круговых сетей пауков ясен и другой принцип: то, что мы нередко считаем результатом эволюционного приспособления, обычно является компромиссом между различными селективными тенденциями, в нашем случае — между увеличением уловистости сети и снижением затрат на ориентировочные движения. Подобные компромиссы в строительном поведении животных нередки, но без специальных экспериментов трудно оценить, из каких именно компонентов и как складывался такой компромисс между различными направлениями приспособления, — поскольку мы имеем дело лишь с конечным результатом.

Под контроль естественного отбора попадает не только сама строительная деятельность, но и подготовка к ней. Так, строительству гнезда всегда предшествует фаза поиска. В этой фазе, например, у шмелей и певчих птиц обычно понижен порог реакции бегства. Селективное преимущество такого поведения очевидно: там, где уже возникала тревожная ситуация, выше вероятность повреждения или гибели гнезда в будущем, чем в месте, где животное не беспокоили прежде.

У птиц при выборе места для гнезда имеется целый ряд приспособлений. Так, некоторые птицы-мыши гнездятся рядом с осами, а одна из авдоток — возле крокодилов (см. с. 65), мелкие певчие птицы нередко поселяются в гнездах крупных хищников, а карликовые попугаи, трогоны, ленивки и дятлы устраиваются прямо в постройках термитов, муравьев или ос. Во всех этих случаях вооруженные соседи защищают от врагов и потомство птиц. Такую же защитную роль играет и колониальное гнездование. Кроме того, жизнь большими стаями может быть приспособлением и к добыванию пищи.

Расчеты показывают, что при поисках пищи птицы должны выбирать по возможности кратчайшие расстояния. Особенно это важно в гнездовой период, когда для птенцов требуется много корма. Птицы, кормовые объекты которых (скажем, стаи рыб или насекомых) встречаются местами в больших количествах, должны строить свои гнезда посередине между наиболее богатыми источниками корма. Их гнезда при этом должны располагаться как можно ближе друг к другу, чтобы птицы могли синхронизировать свое поведение. Это выгодно еще и потому, что у хищников тогда будет меньше времени, чтобы поживиться яйцами и птенцами, число которых в большой колонии к тому же столь велико, что съесть всех просто невозможно. Кроме того, колония способна дать отпор многим врагам: например, озерные чайки отгоняют ворон и чаек покрупнее, и потому в центре колонии ущерб от хищников меньше, чем по краям.

В этой связи стоит упомянуть еще о различных программах строительного поведения у представителей одного вида, прежде всего у общественных насекомых, а также у самцов и самок. Нередко строительством гнезда занимается только один из партнеров, другой лишь «помогает», заготавливая строительный материал, охраняя занятого строительством партнера и т. п. Бывает, что партнеры сооружают различные части постройки, причем каждый из них обладает лишь теми формами поведения, которые необходимы для создания именно этой части конструкции. Естественный отбор ведет в таких случаях к специализации в строении тела и в поведении, обеспечивая одновременно необходимое взаимодействие различных «профессионалов».

Отбор не всегда гарантирует, что оптимальное поведение приведет к оптимальной конструкции. Известна формулировка: «Отбор создает не самое лучшее, а самое устойчивое». Естественный отбор чутко реагирует на появление преимущества, но он слеп в отношении будущего. Так, определенное строение тела и формы поведения (в нашем случае те или иные типы сооружений) могут завести в эволюционный тупик, когда какой-либо строительный принцип, к примеру, исчерпает свои возможности.

б Под влиянием брачного поведения самца самка начинает подбирать соломинки и веточки и носить их к месту будущего гнезда. В ее яичнике быстро растут яйца, достигая величины с горошину.
в Действие эстрогенов и вторичных половых гормонов приводит к выпадению перьев на брюшке самки. Образуется оголенный участок кожи — наседное пятно. Этим чувствительным местом самка прикасается к стенке сооружаемого ею гнезда, что наряду с присутствием поющего самца также является сильным стимулом.
г Когда гнездо почти готово, самка под влиянием присутствия самца и собственных гормонов приходит в состояние готовности к спариванию и показывает это самцу. Птицы спариваются много раз, прежде чем будет отложено первое яйцо. Частота спариваний постепенно снижается и, наконец, прекращается совсем — приходит время насиживания.
д Расширенные кровеносные сосуды под кожей наседного пятна окрашивают его в красный цвет. Эстрогены и вторичные половые гормоны активизируют мышцы яйцевода. Яйца начинают спускаться по нему. Главный стимул в это время — гнездо.
е Идет последняя стадия строительства: самка под влиянием повышенной чувствительности наседного пятна выстилает гнездо изнутри мягким строительным материалом. Воздействие ощущений от гнезда и многочисленных гормонов приводит к созреванию яиц.
ж Самка начинает откладывать яйца по одному в день. Новые раздражители в гнезде, воспринимаемые наседным пятном, побуждают ее насиживать. Самец держится вблизи гнезда, охраняя его.

Если какие-то структуры или формы поведения становятся ненужными в результате изменения окружающей среды, то они в соответствии с законом экономии редуцируются. Селективное преимущество необходимо не только для новообразований, но и для сохранения того или иного органа — вспомним о редуцированных гнездах некоторых дуплогнездников и наземно гнездящихся птиц или об утраченной способности строить склады у домовой мыши. В ряде случаев элементы строительного поведения пережили исходную функцию и сохранились в виде сигнальных движений. Так, например, голубоногие олуши, живущие на Галапагосских островах, гнезд уже не строят, но передают друг другу гнездовой материал (камешки и пр.) во время брачного церемониала. Надо думать, имеются и нефункциональные рудименты поведения, например у красноголовой амадины (*Amadina erythrocephala*) — гнездового паразита, которая сама гнезд не строит, но занимает чужие. Когда эта птица сидит на гнезде, она совершает ряд движений, имитирующих постройку гнезда, правда в беспорядочной последовательности: «подхватывает» клювом и «всовывает» в стенку гнезда несуществующие травинки, как будто бы она строит по-настоящему. Отбор в данном случае, вероятно, еще «не успел» уничтожить лишние элементы поведения.

Когда двое делают одно и то же...

Внимательный читатель должен был среди многих примеров строительной деятельности животных подметить целый ряд явлений: сходство в подборе строительного материала, в технике изготовления и во внешнем виде конструкций разных животных и даже человека. Как же возникают такие совпадения?

Рассматривая гнезда различных стрижей и эволюцию формы гнезд у ткачиков, мы отмечали, что форма гнезд близкородственных видов нередко существенно отличается. Каждый из этих видов приспособлен к специальным условиям среды, поэтому их постройки испытывали разное давление отбора и развитие их шло соответственно в разных направлениях. Подобные конструкции называют гомологичными, поскольку они возникли из одного исходного типа и связаны между собой промежуточными формами, а также прямыми генетическими связями своих создателей. Аналогичными, напротив, называют те элементы поведения и структуры, сходство которых выводится не на основе общего происхождения (родства). Пример формы тела ласточек и стрижей демонстрирует такого рода конвергентное (независимое) развитие, обусловленное только влиянием окружающей среды. Встречаются конвергенции и в строительной деятельности. Скажем, такие совершенно различные животные, как моллюски, пауки, насекомые (и их личинки), лягушки, птицы и млекопитающие, строят защитные конструкции для себя или своего потомства из одного материала — из листьев. Думать о родстве этих животных никому и в голову не придет. Поэтому очевидно, что способность делать домик из листьев у жука-трубковерта и птицы-портнихи развивалась параллельно. Присмотревшись, мы, правда, заметим отличия в строительных приемах: склеивание краев свернутых листьев и настоящее их сшивание — классический пример того, как неродственные виды с помощью разных приемов создают сходные конструкции. То же увидим мы, сравнивая разные постройки из пены.

Один из азбучных примеров конвергентного развития, при котором большое сходство имеют не только конструкции, но и техника их сооружения и «рабочие» органы, — сопоставление крота и медведки (*Gryllotalpa gryllotalpa*). Оба вида живут преимущественно под землей, выкапывая обширные системы ходов, и приспособлены к сходным условиям жизни

Медведка и крот. Пример конвергентного развития роющей деятельности и соответствующих «рабочих» органов.



на удивление похоже. Тело у них вальковатое, конечности короткие и мощные, передние преобразованы в лопаты.

Подземный образ жизни кроме крота ведут и другие млекопитающие: некоторые сумчатые, насекомоядные и грызуны. Как следовало ожидать, и здесь сходство условий существования привело к формированию сходного облика, настолько сходного, что неспециалист вряд ли сразу различит их по внешнему виду.

И точно так же, сравнивая конструкции, сооруженные животными и человеком, можно заметить порой удивительные совпадения принципов этих конструкций, строительных материалов и рабочих приемов. Вспомним о «послойной керамике» пилюльных ос и об изготовлении бумаги общественными складчатокрылыми осами. Это сходство бросалось в глаза уже нашим предкам и нашло свое отражение, к примеру, в преданиях индейцев, считавших, что гончарному искусству людей научили осы, или в древнегреческом мифе о заколдованной ткачихе, превращенной в паука.

Нередко на сходство строительных конструкций животных и человека указывает название животного: птица-печник, пчела-каменщица, муравей-портной и т. д. Здесь всегда речь идет о конвергентных явлениях. Еще в 1833 году об этом писал в своей книге «Строительное искусство птиц» Ж. Ренье: «Хотя на предыдущих страницах мы рассматривали птиц как землекопов, каменщиков, плотников и корзинщиков, но заходить слишком далеко в таких аналогиях не следует. Главное отличие работы людей от работы животных состоит в том, что первые почти каждому своему искусству выучиваются постепенно, используя



Собственные «инструменты», с помощью которых работают животные-строители.

а Задняя нога скарабея с как бы вырезанным дугой бедром служит скребком при строительстве шара.

б Передняя нога личинки певчей цикады, годами живущей под землей. Действует одновременно как кирка и ножницы.

в Уплощенный конец брюшка роющей осы-церцерис служит для выталкивания из норки песка. Перетяжки, вероятно, препятствуют заклиниванию в узком ходе (подобно тому как действуют поршневые кольца в моторе).

г Долотообразный клюв зеленого дятла.

д Передний конец тела корабельного червя с преобразованными в сверлильный аппарат половинками раковины.

е Преобразованная в лопату передняя лапа трубкозуба.

ж Передняя лапа златокрота с двумя огромными когтями для копания.

з Голова бобра. Его долотообразные резцы никогда не прекращают расти.

в своей деятельности опыт, накопленный предшествующими поколениями, тогда как животные работают по строгим правилам, мало или совсем ничего не прибавляя к своему умению на протяжении всей жизни. И сегодня их постройки очень редко отличаются от тех, которые создавали их предки, возможно, тысячи лет назад».

Человек в своих конструкциях не связан врожденным планом строения, его деятельность определяется преимущественно разумом, опытом, традициями. Правда, возможно, что и у нас сохранились остатки генетически обусловленных элементов строительного поведения, скорее, в форме готовности к обучению. Интересно, что дети всех народов любят возиться в песке — будь то малыш-бушмен в Калахари, южноамериканский индеец или маленький европеец, — причем их «постройки» удивительно похожи. Все мы, наверное, когда-то принимали участие в подобных играх. Дальнейшие исследования в этой области могли бы выявить интересные связи.

Человек облегчает себе работу, пользуясь орудиями труда («искусственными органами»). В животном мире это встречается крайне редко, как исключения из правил. Мы уже говорили о трамбовочных камешках некоторых роющих ос, о кисточках шалашников, о живых «челноках» муравьев-портных. Обычно животные работают какой-либо частью своего тела, одновременно действующей и как «измерительный инструмент» (ширина раскрытых челюстей у роющих ос служит мерилом ширины норки, а расстояние между щетинками на верхней губе плетущих сети личинок ручейников — меркой для размера ячеи сети и т. д.). Таким образом, животное одновременно и мастер, и орудие труда, и — если нужно — измерительный инструмент, а план работы у него «записан» в форме видоспецифичной программы поведения.

Не стоит думать, что конструкции человека всегда совершеннее. У животных за миллионы лет техника и материалы усовершенствованы естественным отбором до такой степени, что порой их до сих пор не удается превзойти человеку, несмотря на все его достижения. Нам, людям, много чему можно и нужно еще поучиться у животных.

Краткий обзор строительных материалов и конструкций животных

Вещества собственного тела

Секреты

Переработанные в нити без участия чужеродных материалов

Многощетинковые кольчатые черви:
Род *Platynereis* с паутинными железами на параподиях строит из паутины жилые трубки.

Пауки:
Пауки-тенетники плетут с помощью расположенных в брюшке паутинных желез и по-разному устроенного прядильного аппарата ловчие нити (крибеллярные и липкие), сети, яйцевые коконы, жилища, паутину для передвижения и спаривания.

Многоножки:
Сколопендры (*Scolopendra*), костянки (*Lithobius*), кистевики (*Polyxenus*) сооружают вспомогательные конструкции для передачи гамет.

Насекомые и их личинки:
Представители многих отрядов выделяют паутинный секрет большей частью из преобразованных слюнных желез (лабиальные железы — лабиальный шелк), а также из мальпигиевых сосудов, например у личинок ос-хальцид (*Euplectrus*) и сетчатокрылых. Как правило, прядильный аппарат расположен у рта, реже у анального отверстия или на ногах (эмбии и толкунчики).

Нити в сочетании с чужеродным материалом

Двустворчатые моллюски:
Зияющая лима (*Lima hians*) скрепляет биссусными нитями камешки и обломки раковин в стенки жилой постройки.

Пауки:
Чужеродный материал для маскировки вплетают в паутинные стенки многие виды, например *Theridion saxatile*. Кокон или жилье обычно маскируется листьями и травинками; в особых случаях, как, например, у ктенизид, в захлопывающуюся крышку норки вплетаются для прочности песчинки и камешки.

Насекомые:
Обычно у строителей домиков (например, личинок ручейников и многих гусениц бабочек) и листовертов (некоторых прямокрылых Gryllacrididae, личинок паутинных пилильщиков и гусениц бабочек). Некоторые сеноеды опутывают листья паутиной, под которой за счет транспирации повышается влажность воздуха.

Не переработанные в нити, без чужеродного материала

Кольчатые черви:
Облицовка стенок жилой трубки затвердевающим секретом, например у многощетинкового червя *Chaetopterus variopedatus*. Слизистая сумка для отфильтровывания мельчайших пищевых частиц — у *Nereis* и *Chaetopterus variopedatus*. Яйцевой кокон из пены — у дождевого червя и пиявок.

Пауки:
Клейкое вещество в узлах сети, секрет-наполнитель в крышке ктенизид (вероятно, кишечный продукт).

Моллюски:
Янтиниды строят пенистый плот из пузырьков воздуха, окруженных слизистым секретом.

Насекомые:
Под оболочкой из затвердевающего секрета или пены прячут яйца, например, богомолы, прыгающие прямокрылые, слизистые пилильщики и др. Богомолы строят сложные коконы из затвердевающей пены. Личинки слизистого пилильщика *Lygaeonematus compressicornis* сооружают на листе, где кормятся, защитный слизевой «забор». Личинки пенниц живут под защитной оболочкой из жидких экскрементов, смешанных с белками и секретом восковых желез, придающими пене прочность. Личинки комаров-звонцов строят домики из студенистого секрета слюнных желез. Выделение воска и его переработка у шмелей, безжальных и медоносных пчел.

Рыбы:
Лабиринтовые рыбы строят на поверхности воды пенистое гнездо для развития потомства.

Земноводные:
Веслоногие лягушки и квакши иногда откладывают икру в пенистые гнезда.

Птицы:
Некоторые саланганы строят гнезда из одной только слюны.

Не переработанные в нити, с использованием чужеродных материалов

Амебы:
Диффлюгии строят свои раковины из песчинок, склеенных липким секретом.

Кольчатые черви:
Lanice, *Pectinaria* и др. применяют клейкий секрет в строительстве жилых трубок. Другие виды строят трубки из смеси ила и слизи, например трубочник (*Tubifex*).

Моллюски:
Cochlostyla слизью склеивает листья в трубку.

Насекомые:
Для склеивания свернутых листьев некоторые жуки также используют клейкий секрет, например березовый и кленовый трубковерты (последний с помощью секрета анальной железы). Личинки некоторых перепончатокрылых пропитывают стенки земляных коконов водоотталкивающим секретом. Некоторые виды пчел укрепляют стенки гнезда шелкоподобным веществом, а перегородки строят из смеси секрета и растительной кашицы. Виды рода *Osmia* склеивают маскировочный материал слюной. Общественные складчатокрылые осы связывают слюной волокна клетчатки (целлюлозы) в бумагу или картон.

Земноводные:
Квакша *(Phyllomedusa)* удерживает листья в свернутом состоянии с помощью клейкого секрета в слизистых оболочках икры.

Птицы:
Различные стрижи и ласточки лепят гнезда из чужеродного материала, смешанного со слюной.

Экскреты

Кольчатые черви:
Дождевые черви обмазывают стенки ходов своими экскрементами.

Насекомые:
Некоторые термиты делают свои постройки либо только из собственных экскрементов *(Apicotermes)*, либо из их смеси с чужеродным материалом. Некоторые листоеды помещают яйца на шарик из экскрементов, который послужит личинке началом домика. О личинках пенниц и паутине из выделения мальпигиевых сосудов мы уже говорили.

Рыбы:
Колюшка укрепляет гнездо из водорослей и другого растительного материала клейкими выделениями почек.

Птицы:
Некоторые морские птицы, например бакланы и олуши, а также гуахаро строят гнезда из собственного помета (по крайней мере из помета птиц того же вида).
Птицы-носороги тоже используют свои экскременты при замуровывании самки в дупле.

Кожные образования

Насекомые:
Гусеницы многих бабочек вплетают в кокон жгучие волоски или сооружают из собственных волосков палисады вокруг места линьки.

Птицы:
Гусеобразные, воробьиные и другие птицы выщипывают у себя перья для выстилки гнезда, например гага.

Млекопитающие:
Кролики, например, выщипывают у себя шерсть для выстилки гнезда.

Чужеродные строительные материалы

Органические

Растительного происхождения: целые растения и их части (растительные волокна, клетчатка, растительные сахара и смолы)

Амебы:
Раковинка диффлюгии строится из обломков скелета диатомовых водорослей.

Моллюски:
Свертывание листьев.

Пауки:
Свертывание листьев при сооружении убежищ и коконов, оплетенные паутиной пучки травы и другие части растений как маскировка жилища.

Насекомые:
Шмели встраивают целые растеньица мха в стенку гнезда; некоторые жуки-трубковерты, прямокрылые, гусеницы бабочек обрабатывают целые листья; пчелы-листорезы, например, используют в строительстве кусочки листьев. В дело идет растительный пух (пчелы-шерстобиты, некоторые одиночные осы), кусочки коры (например, для маскировки жилых построек и коконов) и древесины (последние часто перерабатываются в бумагу или картон). Общественные складчатокрылые осы выбирают для этого обычно посеревшую от времени древесину, в которой лигнин уже разрушен и она состоит почти из чистой клетчатки. Термиты и муравьи также делают картон. Для скрепления древесных волокон иногда используется растительный сахар *(Lasius fuliginosus)*, полученный обычно с помощью тлей. Шмели также укрепляют стены гнезда сахаром. Использование смол пчелами и осами, в особенности при строительстве ячеек, заделке щелей в гнезде, бальзамировании погибших пришельцев (прополис медоносных пчел) и устройстве защитных липких колец (карликовая индийская пчела).

Рыбы:
Колюшки, губановые строят гнезда из растительного материала.

Земноводные:
Свертывающие листья лягушки.

Пресмыкающиеся:
Аллигаторы, сооружающие гнездовые кучи из гниющего растительного хлама.

Птицы:
Сорные куры строят гнездовые кучи-инкубаторы из разлагающихся растительных остатков; у представителей многих семейств широко распространено строительство гнезд из целых растений, их частей и растительных волокон.

Млекопитающие:
Гнезда у полуобезьян, человекообразных обезьян, грызунов (например, у мыши-малютки и белки), у одной из южноамериканских летучих мышей, у кабана. Чаще растительный материал используется для выстилки гнезда или лежки.

Животного происхождения: раковины моллюсков, перья, волосы, остатки кожи, паутина, коконы насекомых, экскременты, строительные материалы, изготовленные другими животными (картон муравьев)

Двустворчатые моллюски:
Зияющая лима строит себе убежище из раковин погибших моллюсков.

Головоногие моллюски:
Осьминоги также используют раковины.

Кольчатые черви:
Lanice conchilega предпочитает для своей жилой трубки обломки раковин моллюсков.

Насекомые:
Личинки ручейников встраивают в свои домики раковины мелких улиток, иногда живых, но они вскоре погибают от голода. Скарабеи и некоторые безжальные пчелы строят гнездовые камеры из помета животных. Личинки платяной моли строят себе домик из волос, волосы и перья используют также шмели и другие насекомые. Гусеницы некоторых бабочек (огневок) живут в картонных гнездах муравьев, изготавливая себе из этого строительного материала прочные убежища.

Рыбы:
Большероты укрепляют стенки жилой трубки раковинами моллюсков.

Птицы:
Некоторые морские птицы приносят в гнезда раковины моллюсков. Зимородок, например, в качестве выстилки использует рыбьи кости. Многие птицы выстилают гнездо перьями и шерстью (в гнездах иногда насчитывали более 1000 перышек). Реже используются остатки кожи, например выползки змей или лоскутки кожи перелинявших ящериц.

Неорганические

Камни, галька, песок, глина, земля, иногда вместе с цементирующими выделениями собственного тела

Двустворчатые моллюски:
Лимы строят главным образом из камешков.

Головоногие моллюски:
Осьминог также применяет в основном камни.

Кольчатые черви:
Пектинарии *(Pectinaria)*, сабеллярии *(Sabellaria)*, *Lanice* и др. встраивают в свой домик камешки и песчинки. Трубочники (Tubificidae), теребеллиды *(Neoamphritite)* и др. строят жилища из ила и слизи.

Ракообразные:
Бокоплавы с домиками из песка; крабы и раки строят «иглу» и сигнальные пирамиды из песка и ила; крабы-кроты и рисовые крабы сооружают из ила метровые башни.

Пауки:
Облицовка жилых построек, коконов, крышек норок у ктенизид и др.

Насекомые:
Личинки ручейников и гусеницы бабочек встраивают камешки и песчинки в свои домики и коконы. Перепончатокрылые, такие, как пчелы-каменщицы и некоторые осы (стенные, в том числе пилюльные осы, полибии), строят ячейки или все гнездо из земли и глины. Личинки певчих цикад незадолго до выхода сооружают неизвестной функции земляные «камины» до 50 см высотой. Термиты и муравьи в своих объемистых постройках также используют землю.

Рыбы:
Миноги выкладывают каменное кольцо, австралийский сом *Arius australis* мечет икру в одну из сложенных им куч камней, большероты облицовывают свою жилую трубку камнями.

Земноводные:
Южноамериканская квакша-кузнец *Hyla faber* возводит для своего потомства на мелководье кратерообразное гнездо из ила.

Птицы:
Некоторые морские птицы, в том числе пингвины, выстилают камешками дно гнездовой ямки. Фламинго, печники, ласточки лепят гнезда из земли, ила и глины. Отдельные части гнезда лепят из глины поползни, птицы-носороги, дрозды и др.

Млекопитающие:
Бобры уплотняют стены хатки и плотину илом.

Материалы, созданные человеком
Последнее время строительные материалы животных пополняются продуктами и отбросами человеческой цивилизации, например пластмассой, бумагой, искусственными волокнами и тканями, проволокой. Иногда они применяются животными вместо обычных материалов. Находили, например, гнездо серой вороны, почти целиком построенное из обрывков алюминиевой проволоки,

Субстрат для нор и других искусственных полостей

Органический

Растительного происхождения: одревесневшие и неодревесневшие части растений

Сверлящие моллюски, ракообразные (Isopoda, Amphipoda и др.), насекомые (например, короеды и личинки древесинников), птицы (например, дятлы и бородатки) и представители других групп животных создают убежища и детские в одревесневших частях растений (стволах, ветвях, в коре), а также в частично одревесневших кактусах (кактусовый сычик) и т. д. В неодревесневающих частях растений строят главным образом насекомые (в почках, листьях, травянистых стеблях, цветках и плодах). Представители других классов, например млекопитающих — индийская летучая лисица выгрызает в центре соплодия пальмы глубокую пещерку.

Животного происхождения

Кроме сверлящих губок и моллюсков (ходы в раковинах других моллюсков) некоторые ракообразные (ветвистоусые рачки выедают ходы в бочонках сальп) , а также многие насекомые живут в тканях животных, так что их деятельность можно рассматривать как особый случай строительной деятельности: например, личинки оводов в живых млекопитающих, личинки жуков в роговом материале, личинки веерокрылых в перепончатокрылых (перед окукливанием личинка, работая челюстями, выбирается между хитиновыми кольцами брюшка хозяина наружу), личинки африканских поденок закапываются в пресноводные губки и т. д.

Постройки других животных:
Гнезда ос, муравьев и термитов используются дятлами, карликовыми (дятловыми) попугаями, трогонами, ленивками и бородатками как субстрат для изготовления собственной гнездовой камеры.

Неорганический

Скалы, камни, почва:
Сверлящие губки и моллюски, червь палоло и др. сверлят в известняке, даже в скальных породах.
Представители многих классов животных выкапывают убежища и гнезда в почве, среди них есть постоянно живущие под землей специализированные формы. Их слишком много, чтобы перечислить даже важнейших.

Лед и снег:
Мышевидные грызуны и зайцеобразные выкапывают ходы и полости в снегу. Это делают даже белые медведи и некоторые птицы (например, тетерев и серая куропатка).

Литература

Baerends G. P. Fortpflanzung und Orientierung der Grabwespe *Ammophila campestris.* Jur. Tijdschr, voor Entomol. 84, 1941

Burgess J. W., Witt P. N. Spinnennetze: Plan und Baukunst. Naturwiss. Rundschau 31, 1978

Colin P. Burrowing Behavior of the Yellowhead Jawfish *Opistognathus aurifrons.* Copeia 1, 1973

Collias N. E., Collias E. C. Evolution in Nest-Building in the Weaverbirds (Ploceidae). Univ. of Calif. press 1964

Collias N. E., Collias E. C. External konstruction by Animal. Stroudsburg 1976

Crome W. Die Wasserspinne. NBB 44, Wittenberg 1951

Dilger W. C. Nest material carryng behavior of F_1 hybrids between *Agapornis fisheri* and *A. roseicollis.* Anat. Rec. 134, 1959

Eibl-Eibesfeldt I. Grundriß der Vergleichenden Verhaltensforschung. München 1967

Emerson A. E. Termite Nests — A Stadie of the Phylogenie of Behavior. Ecol. Monogr. 8, 1938

Frisch K. Tiere als Baumeister. Frankfurt/M. 1974

Frith H. J. Temperature regulation in the Nesting mounds of theMallee-fowl, *Leipoa ocellata.* C. S. I. R. O. Wildl. Res. 1, 1956

Giliard E. Th. The Evolution of Bowerbirds. Scientific American 209, 1963

Goetsch W. Vergleichende Biologie der Insektenstaaten. Leipzig 1940

Goodall J. M. Nest-building Behavior in the free ranging Chimpanzee. Ann. N. Y. Asad. Sciences 102, 1962

Grzimeks Tierleben, 1 — 12 Bände

Hedinger H. (Hrsg.) Die Straßen der Tiere. Braunschweig 1967

Hesse R., Doflein F. Tierbau und Tierleben. 1. Aufl., bd. 2. Leipzig 1914

Hinde R. Interaction of Internal and External Factors in Integrations of Canary Reproduction. In BEACH, F. A. (Hrsg.): Sex and Behavior. New York, 1965

Hölldobler B. K., Wilson E. O. Weaver Ants. Scientific American 237, 1977

*Kaiser P.*Über Netzbau und Stromüngssinn bei den Larven der Gattung *Hydropsyche.* Int. Revue ges. Hydrobiol. 50, 1962

Kaston B. J. The Evolution of Spider Webs. Am. Zool. 4, 1964

Kloot W. G., van der, *Williams C. M.* Cocon Construction by the Cecropia Silkworm 1, 2, 3. Behaviour 5, 6, 1953-1954

Köhler W. Intelligenzprüfungen an Menschenaffen. Berlin 1921

Kulmann E. Bemerkenswerte Konvergenzen im Verhalten cribellater und ecribellater Spinnen. Freunde des Kölner Zoo 13, 1971

Lengerken H. Brutfürsorge- und Brutpflegeinstinkte der Käfer. Leipzig 1939

Maillard Y. P. Étude comparée de la construction du cocon de ponte chez *Hydrophilus piceus* et *Hydrochara caraboides.* Bull. So. Zool. France 95, 1970

Olberg G. Das Verhalten der solitären Wespen Mitteleuropas. Berlin 1959

Olberg G. Bauwerke der Tiere. NBB, Wittenberg 1960

Pötzsch J. Von der Brutfürsorge heimischer Spinnen. NBB, Wittenberg 1963

Reimarus H. S. Allgemeine Betrachtungen über die Triebe der Tiere, hauptsäshlich über Kunsttriebe. Hamburg, 2. Ausgabe 1762

Rennie J. Die Baukunst der Vögel. Leipzig 1833

Richard P. B. Le determinisme de la construction des barrages chez le Castor du Rhone. La Terre et la Vie 4/1967

Ross H. H. Evolution of Caddisworm Cases and Nets. Am. Zool. 4, 1964

Sattler W. Die Meisterweber. Umschau 62, 1962

Schaller F. Die Unterwelt des Tierreiches. Berlin, Heidelberg 1962.

Schmidt R. S. Apicotermes Nests. Am. Zool. 4, 1964

Streng R. Theoretische Betrachtung der Achtertour, ein bei kokonspinnenden Insektenlarven häufiges Bewegungsmuster. Z. Tierpsychol. 35, 1974

Tembrock G. Verhaltensforschung. 2. Aufl. Berlin 1964

Thaler E. Nest und Nestbau von Winter- und Sommergoldhähnchen [*Regulus regulus* und *R. ignicapillus*]. J. Orn. 117, 1976

Weyrauch W. Die Nester der socialen Wespen. Das·Aquarium 2/1935

Wheeler W. M. Ants-their Structure Development and Behavior. Columbia Univ. press 1910

Wichard W. Die Köcherfliegen. NBB, Wittenberg 1978

Wickler W., Seibt U. Prinzip Eigennutz 1977

Wiehle H. Vom Fanggewebe einheimischer Spinnen. NBB, Wittenberg 1949

Wilsson L. Observations and experiments on the ethologie of the Europaean Beaver [*Castor fiber* L.]. Swedish Wildlive 8, 1971

Wunder W. Brutpflege und Nestbau bei Fischen. In Erg. der Biol. Bd. 7, 1931

Wunder W. Nestbau und Brutpflege bei Amphibien. In Erg. der Biol. Bd. 8, 1932

Wunder W. Nestbau und Brutpflege bei Reptilien. ebd. Bd. 10, 1934

Авторы представленных фотографий

Bavaria/*Schwarz H.* 57/*Sauer F.* 56
Coleman/*Brownlie J. R.* 92/*Eberhardt D.* 76
Freude M. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 36, 40, 41, 42, 51, 54, 55, 59 Tierpark Berlin, 61, 62, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 77, 79, 80, 81, 82, 83/84/85/86 Zool. Museum der Humboldt-Universität Berlin, 87, 88, 89, 91
Hoyer E. 37, 64
Köhler D. 6, 60, 90
Layer W. 75
Massny H. 32, 34, 45
Odening K. 43
Pfletschinger H./Naturfotoarchiv 9, 30
Pötzsch J. 26, 74
Richter H. J. 12
Robiller F. 46
Roebild/*Müller E.* 58
Sauer F. 63
Scharnbeck H. 38,53
Scheffler W. 39, 48
Schröder H 47, 78
Uhlenhaut K. 33, 35, 44, 49, 52
Zefa/Berssenbr. 10/*Park F.* 11, 31
Zienert W. 22, 50

Указатель названий животных

Курсивом указаны страницы, на которых помещены иллюстрации.

Содержание

Строительная деятельность как стратегия выживания 198

Краткий обзор строительных материалов и конструкций животных 207

Научно-популярное издание

Матиас Фройде
ЖИВОТНЫЕ СТРОЯТ

Научный редактор Р. В. Дубровская
Младший редактор И. Б. Ильченко
Художник В. П. Груздев
Художественный редактор Н. М. Иванов
Технический редактор Л. П. Бирюкова
Корректор Н. Н. Яковлева

ИБ № 5729

Сдано в набор 29.01.86. Подписано к печати 11.10.86. Формат 84×108/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура таймс. Объем 6,75 бум. л. Усл. печ. л. 22,68. Усл. кр.-отт. 92,21. Уч.-изд. л. 27,97. Изд. № 9/4238. Тираж 100 000 экз. Зак. 1060.
Цена 4 р. 10 к.

Издательство «Мир» 129820, ГСП, Москва, И-110, 1-й Рижский пер., 2.
Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.